

Ruhmesblätter der technik von den urerfindungen bis zur gegenwart

Franz Maria Feldhaus



Feldhaus, Ruhmesblätter der Technik — Verlag von Fr. Brandstetter in Leipzig

Leonardo da Vinci

Nach seinem Selbstbildnis in den Uffizien zu Florenz

RUHMESBLÄTTER DER TECHNIK

VON DEN URERFINDUNGEN BIS ZUR GEGENWART

VON

F. M. FELDHAUS

INGENIEUR

[illegible] TAFELN
NACH DEN ORIGINALEN

LEIPZIG
FRIEDRICH BRANDSTETTER
1910



RUHMESBLÄTTER DER TECHNIK

VON DEN URERFINDUNGEN BIS ZUR GEGENWART

VON

F. M. FELDHAUS

INGENIEUR

MIT DEM BILDNIS LEONARDO DA VINCIS
UND 231 ABBILDUNGEN UND TAFELN
NACH DEN ORIGINALEN

LEIPZIG
FRIEDRICH BRANDSTETTER
1910

Meiner lieben Frau

Margarete

der fleißigen Mitarbeiterin meiner historischen Studien

in

Dankbarkeit und Verehrung

gewidmet

Inhaltsverzeichnis.

Zur Erleichterung des Überblicks über den Inhalt des Buchs diene der nachfolgende Gedankengang:

Die Urerfindungen (S. 6) ermöglichten die Erfindung von Werkzeugen (S. 11). Es bildete sich ein technischer Beruf heraus (S. 24), der im Altertum bereits Wunderwerke schuf (S. 43) und große Lasten förderte (S. 57, 60).

Die größten Anregungen erhielten die Techniker stets durch die Anforderungen des Krieges; deshalb ist die Entwickelung der alten Schußwaffen (S. 70) und der alten Kriegsfeuer (S. 84) von grundlegender Wichtigkeit. Die Erfindung der Explosivstoffe förderte die Technik ungemein. In der Konstruktion von Geschützen (S. 98), Panzerungen (S. 132), Handfeuerwaffen (S. 141), Wurfgranaten (S. 160) und anderen Zerstörungsmaschinen (S. 166) äußerte sich stets die Begabung der Ingenieure.

Die menschlichen und tierischen Kräfte (S. 176) mußten mit dem Anwachsen der Technik durch andere, mächtigere, ersetzt werden. Das führte zur Erfindung des Wasserrades (S. 186 u. 196), zur Ausnutzung der Meereskräfte (S. 202) und des Windes (S. 206). Irrige Vorstellungen verleiten zum Gedanken einer ewigen Kraftmaschine (S. 217). Die im Feuer schlummernden Kräfte waren an den Dampfbläsern (S. 231) und den durch Warmluft betriebenen Maschinen (S. 237) erkannt worden; die Erfindung der Dampfmaschine (S. 245) führt eine neue Zeit in der Kultur herbei. Es bleibt noch die alte Sehnsucht übrig, die Wärme direkt aus der Sonne zu gewinnen (S. 267). In Wettbewerb mit der Dampfmaschine tritt erfolgreich die Gasmaschine (S. 271).

Alle diese Kraftmaschinen fordern die Entwickelung des Verkehrs über, auf und unter der Erde und dem Wasser. Über die Erde führt uns die Flugmaschine (S. 280), der Luftballon (S. 320) und das Luftschiff (S. 349). In das Wasser hinein gelangen wir mit Tauchapparaten (S. 369). Auf dem Wasser helfen uns Schwimmgeräte (S. 384) und ein geordnetes Rettungswesen (S. 387). Große Schiffe (S. 396) und kleine Motorboote (S. 422) vermitteln den Wasserverkehr, dessen große Ausdehnung durch die Erfindung des Kompasses (S. 431) möglich wurde. Über das Land fährt uns der Wagen und dessen Zubehör (S. 443 u. 453). Eine lange Entwickelung hat der Kraftwagen (S. 461), der erst durch die Erfindung einer brauchbaren Betriebsmaschine zur allgemeinen Anwendung kam (S. 485). Aus den älteren Kraftwagen entwickelte sich das Fahrrad (S. 494). Aus den Wagen und Kraftwagen entstanden die Eisenbahnen (S. 503) und die Schwebebahnen (S. 515).

Der schriftliche Verkehr wurde durch die Verbesserung der Schreibgeräte (S. 525), die Erfindung der Schreibmaschinen (S. 532), die Ausgestaltung des Briefverkehrs (S. 538) und der Taubenpost gefördert. Die Sprache wurde durch Rohranlagen (S. 554) und Sprachrohre (S. 557) übertragen. Gebannt wird sie durch Sprechmaschinen (S. 560). Fernsprecher (S. 567) und Telegraphen (S. 576) vermitteln jetzt Sprache und Gedanken.

Wie dies Buch zustande kam.

Als ich zum vielseitigen Ärger aller Beteiligten noch die Schulbank drückte, hätte ich es mir nie träumen lassen, daß ich einmal durch vieler Bücher Mund Wissen verbreiten würde.

Mein Lehrer in „Deutsch", den schon lange die kühle Erde deckt, würde es überhaupt nicht glauben, daß ich dies alles selbst und allein durchgearbeitet und niedergeschrieben habe. Er hatte seit langem an der Schule den Namen „Usus" (sprich: Uhhhhsus), denn seine ständige Redensart, wenn wir etwas anders wollten als er, war: „Das is' bei euch so Uhsus, aber bei mir jiebt's das nich!"

Eines Tages kamen wir mit einem Aufsatz an, dessen Thema uns Usus freigestellt hatte, nur sollte er sich auf die neuere Kulturgeschichte beziehen. Einige mußten ihre Arbeiten vorlesen, und die Klasse war nicht wenig von ihren Leistungen begeistert. Der Hauch der Selbständigkeit durchzog dabei unsere leicht erregbaren Pennälergemüter. Usus saß still auf dem Katheder und hörte zu. Kein Wort kam über seine sonst nicht ungesprächigen Lippen. Er merkte wohl, wie uns allen die Lorbeerbäume schon in den Himmel wuchsen, und sann darum auf einen wirkungsvollen Dämpfer. Mag der Himmel wissen, warum gerade m e i n Fell im Leben so oft zur Pauke dienen mußte, wenn andere mal lachen wollten, Tatsache ist's, und Usus erinnerte sich in diesem Augenblicke scheinbar an niemand anders als an mich. „Weldhaus," sagte er, sein langes beängstigendes Schweigen brechend, „les' mir mal deinen Aufsatz vor!" Das geschah denn auch auf der Stelle. Das Thema lautete: Fortschritte durch Erfindungen.

Als ich fertig war — ich hatte ohne aufzusehen meine zwölf Seiten heruntergelesen — guckte mich Usus eine Weile ganz verständnislos an. Dann putzte er sich mit übermäßigem Geräusch die Nase, nahm in einer Stellung, in der er vermeinte, daß es niemand sehen könne, eine Priese, und sah mich wieder an. Mir war es inzwischen recht ungemütlich geworden, denn auch meine Vordermänner glotzten zu mir herum. Hinter mir aber flüsterte ein Freund: „Wo hast du das abgeschrieben?" Zum Glück ging im selbigen Augenblick die Schulglocke, sonst wäre ich wahrlich konfus genug gewesen, zu Usus laut zu sagen: „Das habe ich nicht abgeschrieben,

Herr Professor." Ich ärgerte mich aber gewaltig über meinen Mißerfolg und nahm mir vor, überhaupt keine Aufsätze mehr zu machen, denn schließlich kam ich so bald doch nicht mehr dran, und wenn auch, Usus hatte sich noch nie gewundert, wenn ich irgendeine Ausrede bei der Hand hatte statt meines Aufsatzes.

Einige Wochen später feierte die Künstlergesellschaft „Malkasten" ihr alljährliches Kostümfest. Wir schrieben damals 1892, und deshalb war zum vierhundertjährigen Gedächtnis an die Entdeckung Amerikas ein teils historisches, teils humoristisches Bühnenbild „Rückkehr des Columbus nach Palos" veranstaltet worden. Unter den vielen hundert Darstellern befanden sich auch die Göttinnen der sieben Städte, die sich um die Ehre streiten, Columbus geboren zu haben, und unter diesen sieben Göttinnen befand ich mich mit einigen befreundeten jungen Akademikern. Als das Bühnenspiel längst vorüber und der Tanz in den Sälen der „Tonhalle" in vollem Gang war, stieß ich im Gedränge der Masken gegen den breiten Rücken eines spanischen Granden. Unwillig drehte er sich um und war sichtlich erstaunt, an Stelle des vermeintlichen Rüpels eine schlanke Dame in wallendem griechischen Gewand mit der Mauerkrone auf dem Kopf vor sich zu sehen. Mein übliches „Pardon" kam nicht ganz zum Munde heraus, denn, o Schreck, der edle Spanier war mein Klassenlehrer Usus. Daß die junge Dame den Mund nicht ganz zu bekam, schien ihn nicht zu stören, denn er lächelte mich freundlich an und sagte: „Na, Fräulein, trinken Sie mal mit." Ich wackelte an allen Gliedern und konnte keinen Ton hervorbringen, sonst hätte ich wahrhaftig die Eselei begangen, mich in aller Form vorzustellen. Ob meiner Verlegenheit hänselte Usus mich nun in der ausgelassensten Weise, denn er sah, daß die junge Dame vor ihm vollständig verschüchtert war. Schließlich gelang es mir aber doch, dem liebenswürdigen Spanier zu entschlüpfen, um an einem Tisch, an dem das ganze junge Gemüse der Akademiker saß, mein Erlebnis zu erzählen. Alles lachte darüber aus vollem Halse, denn wenige von ihnen nur waren nicht Schüler von Usus gewesen. So wußte denn auch der eine oder der andere drollige Erlebnisse von ihm zu erzählen, da plötzlich stand Usus selbst vor uns, machte eine kleine Verbeugung und reichte mir den Arm zum Tanz. Manche Lachsalve hatte der gute Alte über seine eignen Witze in der Klasse schon gehört, aber ein solches Hallo noch niemals. Die griechischen Göttinnen, spanischen Krieger, trikotbekleideten Indianer, ja selbst der gelehrt dreinschauende Amerigo Vespucci gebärdeten sich wie toll, umringten Usus und tanzten mit ihm im Kreise herum. Auf einem rheinischen Kostümfest läßt sich, wer kein Spielverderber ist, jeder so etwas gern gefallen. Usus um so mehr, da er bald den einen oder anderen aus unserer Mitte als seinen ehemaligen Schüler erkannte. Als sich die Fröhlichkeit einen Augenblick gelegt hatte, sagte er zu einem früheren Schüler, der jetzt schon selbständig den Pinsel schwang: „Jungens, warum habt ihr

mich ausgelacht, als ich mir meine Göttin von Genua wiederholen wollte, wißt ihr denn nicht, daß sie mir vor einer Viertelstunde unten im Saal weggelaufen ist.“ Noch ehe sich der Maler auf eine Ausrede besinnen konnte, rief ein früherer Schüler aus dem Hinterhalt: „Usus, bis' du aber dumm, dat is' ja Weldhaus!“ — Wie der Blitz drehte sich mein spanischer Verehrer auf seinem hohen Absatz herum, zog, genau als ob er auf dem Katheder säße, die Augenbrauen zusammen, sah mich fest an und sagte ganz langsam und gedehnt: „Weldhaus, so Dummheiten seh'n d'r ähnlich,“ was natürlich von der ganzen Gesellschaft mit dröhnendem Gelächter beantwortet wurde. Übel nahm er es uns aber nicht, sondern blieb noch lange an unserem Tisch sitzen. Ganz vergaß er den Schabernack doch nicht, denn eines Tages, als ich wieder einmal durch Schweigen seine Fragen zu erwidern suchte, brummte er: „Göttin spielen, das kannst de.“ Und daran schloß sich ein längerer Vortrag über die geringen Fortschritte, die er trotz all seiner Mühe bei mir zu verzeichnen habe. Nach verschiedenen Seitenhieben auf das leichtlebige Künstlertum schwenkte Usus plötzlich zu einem Thema ab, das ich schon gänzlich vergessen hatte, zu dem angeblich von mir abgeschriebenen Aufsatz „Fortschritte durch Erfindungen“. Als er ausgeredet hatte, erlaubte ich mir die Einwendung, daß jener Aufsatz mein eigenes Geistesprodukt gewesen sei, von A bis Z. Da legte Usus seine Gesichtsfalten in dieselbe Ordnung wie damals, als ihm meine wahre Person auf dem Maskenball verraten worden war, und sagte: „Weldhaus, daß de Komödie spielen kannst, weiß ich. Aber jetzt sin' wir nich' auf dem Malkasten, un' nun schwindelst de.“ Noch lange redete er weiter und setzte mir an einer Reihenfolge von Gründen auseinander, daß ich den Aufsatz damals abgeschrieben haben müsse. Er kenne mich viel zu genau, um mich nicht sofort zu durchschauen. Ja, er ging im Redeeifer so weit, zu behaupten, daß er schon damals auf dem Maskenball in der Göttin sogleich eine Ähnlichkeit mit mir gefunden habe. Mir fiel in diesem Augenblick ein, daß demnach Usus vor demjenigen einen zierlichen Knix gemacht habe, den er als einen seiner mäßigsten Schüler zu bezeichnen beliebte. Ich habe wohl bei diesem Gedanken gegrinst, denn plötzlich schnaubte er mich ganz böse an: „Weldhaus, ich hab' nich' Lust, mich um dich dod zu ärgern, der Aufsatz war nich' von dir, un' du wirst im Leben keinen Aufsatz zustand' bringen.“

Nun ist es schließlich doch ganz anders gekommen, als der gute Usus es sich gedacht hat. Wem's nicht auf geraden Wegen entgegenläuft, der muß sein Lebensgeschick eben auf krummen Pfaden aufsuchen. Warum ich in der Schule so wenig leistete, hat selbst der kluge Usus nicht entdeckt. Und doch war es ein ziemlich naheliegender Grund: ich las zu viel. Ich las überhaupt alles, was ich fand. Als ich endlich so alt geworden war, daß ich einen Beruf ergreifen mußte, kam ich nach längerem Schwanken zur Elektrotechnik, einem Fach, dem damals alle Welt entgegenstrebte.

Was soll ich's lange erzählen, wie ich zwischen Spanien und Rußland, zwischen Italien und England Drähte gebunden, Straßenbahnschienen gelegt, wie sich meine Vorgesetzten mit mir und ich mich wiederum mit meinen Arbeitern herumgeärgert habe. Kurz gesagt, ich ward die Elektrotechnik leid und brachte ihr immer weniger Interesse entgegen. Fragt ihr nach dem Grund? Ich las wieder zuviel. Nun sind aber alle Bücher, die man als Berufstechniker lesen muß, außerordentlich sachlich und phantasielos geschrieben. Selten, daß sich einmal ein freier Zug in die technische Literatur hineinwagt. Die einzige Abwechslung bringen die immerhin noch spärlich verteilten geschichtlichen Notizen. Und sie waren es, die mich mit unwiderstehlicher Gewalt von meinem Alltagstun hinwegzogen, weil sie allein imstande waren, meiner Phantasie Nahrung zu geben. Denn in der technischen Literatur kann man sich nur mit klar gelösten Aufgaben beschäftigen. Dort wird nicht nach den Gründen gefragt, wenn nur das Endergebnis sich verwirklichen läßt.

Als ich die nicht zahlreichen Bücher durchgelesen hatte, die sich mit der Geschichte der Elektrizität und des Magnetismus befaßten, griff ich zu den Werken über die Geschichte der Physik und schließlich zu anderen technisch-historischen Büchern, zur Geschichte des Maschinenbaues, zur Geschichte des Eisens. Unklarheiten und Widersprüche, die ich beim Lesen fand, merkte ich mir zunächst an den Rand, später auf kleine Notizblätter an, die ich mir aus der Rückseite benutzter Briefumschläge zurechtgeschnitten hatte. Dieser Zettel waren es schon mehrere Hundert geworden, als ich, damals in Mannheim wohnend, zwei Zettel fand, auf denen ich früher notiert, daß der erste deutsche Telegrapheningenieur und der Erfinder des Fahrrades in Mannheim gelebt hätten. In aller Gemächlichkeit, so ganz neben meinen Arbeiten her, forschte ich nach, was man über diese beiden Leute, Fardely und Baron von Drais, dort wisse. Wie man auf allen anderen Gebieten bisher Geschichte getrieben, die Vergangenheit bis ins kleinste verfolgt hat, so hätte, wie ich damals glaubte, auch die Geschichte unserer heutigen mächtigen Technik bearbeitet gewesen sein müssen. Glücklicherweise befand ich mich in einem Irrtum. Nur vereinzelte haben bisher die Geschichte der großen Erfindungen, Entdeckungen und Fortschritte zum Gegenstand ihrer Studien gemacht. Im allgemeinen kann man behaupten, daß mehr Unberufene als Berufene sich damit beschäftigt haben.

Nachdem ich damals Fardely und Drais nach den zeitgenössischen Akten und Berichten bearbeitet hatte, bekam ich den mir heute selbst etwas rätselhaften Mut, mich ganz dem Studium der Geschichte der Technik zu widmen. Meine Voraussetzung, daß ich ein großes unbearbeitetes Gebiet vor mir fände, hat sich in geradezu erschreckender Weise bestätigt. Wenn ich auch noch so alt würde, meine Arbeit würde nie zu Ende gehen.

Solches Forschen auf den Bibliotheken, in den Archiven, den

Museen und Kunstsammlungen, mit all dem zugehörigen Briefwechsel und den Auseinandersetzungen in wissenschaftlichen Zeitschriften, ist äußerst reizvoll, ja es macht einen die Welt mit ihren vielen Ärgerlichkeiten fast ganz vergessen, wenn nicht der Magen wäre, von dem schon Plautus vor über 2000 Jahren sagte:

„Eine vortreffliche Uhr ist dieser, von allen die beste.
Wenn ich was hatte, so aß ich, sobald es zu essen gemahnte.“

Ich erinnerte mich zwar ehrfurchtsvoll des Urteils meines längst verstorbenen Klassenlehrers, des trefflichen Usus, aber, was konnte mir das alles nutzen, ich mußte entweder „Aufsätze“ schreiben oder mein liebes Studium an den Nagel hängen. Die Schule des Lebens ist bitterer als die Schule der Jugend. Es gibt da zwar selten Zeugnisse, aber man wird im Handumdrehen relegiert. Ich hatte, wie man sagt, Glück. Entschieden mehr Glück als auf der Schule meiner Jugendjahre.

Also hat Usus doch unrecht gehabt. Und um es ihm noch im Grabe zu beweisen, habe ich aus meinen Studien hier einmal eine Reihe von Aufsätzen geschrieben, wie die Technik ward und wuchs.

Friedenau, im Frühjahr 1909.

F. M. Feldhaus.



Abb. 1. Faust beschwört den Erdgeist.
(Holzschnitt aus der Ausgabe von 1631.)

Urerfindungen.

Als in der Zeit großer naturwissenschaftlicher Erfolge Goethe, selbst ein großer Naturwissenschaftler, seinen „Faust" schrieb, wich er weit von der Auffassung der Faustsage und des Faustschauspiels vergangener Zeiten ab.[1]) Seinen Faust drängt es nicht mehr nach Höllenerscheinungen, sondern in ihm ist die Zauberkraft des Genies, der Drang nach Naturoffenbarung und innigster Naturempfindung allein lebendig. Er treibt höhere Magie. Er will nicht mehr mit Worten kramen, sondern das innerste Werden der Dinge ergründen. Wie in der alten Faustsage der Teufel beschworen wurde, so zwingt der Goethesche Faust gleichfalls einen Geist herbei, den Geist der Erde: „Du mußt! du mußt! und kostet es mein Leben!"

Das ist die Stimme, die sich aus so manches Menschen Brust emporgerungen hat, wenn es mit dem Aufgebot der letzten Kräfte galt, der Welt eine große Tat zu zeigen. Propheten, Staatsmänner, Denker und Künstler und wie manche Erfinder haben mit Gewalt ihren Willen den starren Verhältnissen, den ungefügigen Elementen entgegenstemmt. Solcher Wille ist weltbezwingend. Und wie auf das Wort „Enthülle dich!" im Goetheschen Faust der Erdgeist erscheint, so ist manchem, der sich mutig in die Lebensfluten, in den Tatensturm der Welt wagte, der Geist des Ersehnten erschienen. Manche vermochten ihn zu bannen. Die meisten aber hatten mehr ersehnt, als sie erreichen konnten, und mußten gleich Faust ohnmächtig die

weite Kluft vor sich sehen, gleich ihm den langen leidvollen Lebensweg zurücklegen, bis sie endlich sagen konnten: „Hier ist's getan!"

Überdenkt man die Zeiten, seit die ersten primitiven Werkzeuge von Menschenhand benutzt wurden, bis auf unsere Tage mit den riesengroßen technischen Triumphen, wie oft ist in dieser Zeit ein unruhiger Geist hinausgetrieben worden, Altes umzustürzen, Neues zu suchen. Und verfolgen wir die geschichtliche Entwicklung der Technik genau, wie oft sehen wir da Faustgestalten vor uns, die mit himmelanstürmendem Wollen, doch nur mit menschlichen, allzumenschlichen Kräften, von der Brandung des Lebens wieder zurückgeworfen wurden. Alle waren Kinder ihrer Zeit. Allen kann darum der Erdgeist zurufen: „Du gleichst dem Geist, den du begreifst, nicht mir!" Und doch haben sie alle daran mitgearbeitet, die Menschheit der Vollendung entgegen zu „den Gefilden hoher Ahnen" zu führen. Irren ist menschlich. Gleich Faust haben die am meisten geirrt, die die Unzulänglichkeiten und Mängel dieser Welt verbessern wollten. Aber da sie mit Liebe und Hingebung aus innerstem Herzen ihrem Ideal nachstrebten, so zog es sie, mochte der Weg noch so dornenvoll sein, endlich zur göttlichen Natur hin. Sie ist der ewige Born, aus dem wir schöpfen.[2]) Alles andere ist eitler Wahn:

> Alles Vergängliche
> ist nur ein Gleichnis;
> das Unzulängliche,
> hier wird's Ereignis. — — —

Welcher Art die erste Erfindung war, die die Menschen machten, läßt sich nicht sagen. Die Zeiträume liegen so unendlich weit zurück, daß uns kein Fund mehr aus jenen Tagen berichtet. Einfach, sehr einfach muß diese Erfindung gewesen sein. Theorien sind genügend viele darüber aufgestellt worden. Einleuchten kann die eine oder andere nur demjenigen, der den naturwissenschaftlichen Standpunkt des Verfassers teilt.

Vom technischen Standpunkte aus ist die Benutzung des harten Feuersteins die erste Errungenschaft der Menschheit in den Zeiten der Morgenröte der Kultur.

„Die Gewinnung des Feuers und seine Festhaltung," sagt Forrer[3]), „bedeuten in der Geschichte der menschlichen Kultur einen gewaltigen Fortschritt. Dabei ist freilich nicht außer acht zu lassen, daß zweifellos in den Anfangsstadien dieser Errungenschaft der Mensch nur eine beschränkte Verwendung für das Feuer vor sich sah. Mochte ihm das Feuer von oben durch Blitzschlag oder beim Holzreiben oder beim Feuerschlagen geschenkt worden sein, es sah der Mensch darin anfänglich wohl mehr nur einen Schädling: er verbrannte sich daran seine Haut, seine Haare oder seine Holzgeräte, oder gar die Reisighütte litt darunter Not. So ist die Vorstellung zweifellos eine falsche, wenn man sich die „Erfindung der

Feuererzeugung“ als einen Moment ausmalt, in welchem der Mensch dankbar zum Himmel aufblickt und der Feuerkult seinen Anfang nimmt. Wir werden vielmehr annehmen müssen, daß wie alle Errungenschaften, so auch die des Feuers, sich nur allmählich Bahn gebrochen hat, daß nur ganz allmählich der Urmensch die wohltuende Kraft des Feuers kennen lernte, und daß er auch die Kunst der Feuererzeugung und ihren Wert nicht auf einmal begriffen hat. Nur stufenweise wird er erfahren haben, daß den schädigenden Eigenschaften des Feuers wohltuende gegenüberstanden, daß das Feuer ein Mittel bot, sich in kalter Jahreszeit und in kalten Nächten den Körper zu wärmen und in der Dunkelheit Licht zu schaffen, wilde Tiere fern zu halten, dann Geräte durch Anbrennen zu formen oder vorzuarbeiten und schließlich auch Fleisch durch Braten über Feuer genießbarer zu machen. Bis der Mensch sich zu all diesen Erfahrungen durchgerungen hatte, müssen aber lange Zeiten vergangen sein, und es ist deshalb um so weniger festzustellen, wann das Feuer in den Besitz des Menschen gekommen ist und wann er die Kunst der Feuererzeugung zum erstenmal erlernt hat. Dieser letzteren müssen zahlreiche Zufallserfahrungen und lange Versuche vorangegangen und sie wird an verschiedenen Orten und zu verschiedenen Zeiten wieder neu erfunden worden sein. Daß in allen Fällen die Technik der Feuererzeugung anfänglich und lange noch auf einer sehr niedrigen Stufe gestanden haben muß, geht aus der bis in die historische Zeit hinab traditionell gebliebenen Sitte hervor, gemeinsame „ewige Feuer“ zu unterhalten, an denen sich jeder das Feuer holen konnte. Wie der sich um Trink- oder Heilwasser spendende Quellen bildende Quellenkult, war also auch der Feuerkult ein auf der Nützlichkeit beruhender Kult, den die Besitzer und Unterhalter zum eigenen Vorteil zu nähren wußten. Die magischen Kräfte des Feuers wurden einem diesem innewohnenden oder dieses spendenden Gotte zugeschrieben, und die Besitzer und Unterhalter der Feuer wurden zu Priestern und Priesterinnen, wie sich auch der „Medizinmann“ dank seiner heilend-nutzbringenden Kenntnisse zum Priester ausgewachsen hat. So sind die Gottheiten des ewigen Feuers und des ewigen Herdes entstanden, wie sie zu Rom im Rundtempel der Vesta, bei den alten Preußen und Litauern in Gestalt der Polengabia, ferner in anderer Form bei den Griechen, Indern usw. verehrt wurden. Wann dieser Feuerkult zum erstenmal einsetzt, wissen wir nicht.

Der Feuerstein oder Silex ist neben Horn und Knochen das am häufigsten verwendete Rohmaterial der Urzeit. In den ältesten Schichten der Erde kommen Feuersteinwerkzeuge vor, die ihre Form ohne Absicht, lediglich durch zufälliges Absplittern des harten Materials, sei es durch Stoß oder Fall, sei es bei der Benutzung des Werkzeugs, erhalten haben. Ihr von der Natur gegebenes ursprüngliches Aussehen hat sich je nach dem Zweck der Benutzung durch den Urmenschen verändert. An Schlagmarken erkennen wir die

Verwendung des Steines als Beil oder Hammer. Eine zufällig entstandene scharfe Kante diente als Messer oder als Schaber. Eine Reihe rauher Aussplitterungen an einer Kante ließ ungewollt eine Säge entstehen, die gleich einem schartigen Messer zum Zerreißen der Fasern des Holzes oder des Fleisches benutzt werden konnte. Mit der Fläche eines Feuersteins konnte man durch Reiben Holz glätten, also hobeln.

Was wir an Funden aus jenen Urzeiten haben, bleibt, selbst wenn wir es einer ungestörten Frühschicht der Erde entnehmen, ein sehr unsicheres Beweisstück für ein Werkzeug, denn auch Hitze oder Kälte, Druck oder Fall können Absplitterungen am Feuerstein herbeigeführt haben. Auch wurden unbearbeitete Steine noch in späteren Zeiten als Werkzeuge verwendet, erhielten durch Absplitterungen bestimmte Formen und wurden wieder weggeworfen.

Man gewann die Feuersteine entweder durch Suchen der Knollen an der Oberfläche der Erde oder durch einen sich allmählich entwickelnden Bergbau. Je nach dem Reichtum der Gegend an Feuerstein war man mit dem Material sparsam oder verschwenderisch. Auch nahm man, je nach der Masse der gefundenen Steine, nur die besten Stücke oder auch minderwertige Feuersteine. Oft mußte gar weicherer Quarz oder Felsgestein statt des Silex herhalten. Man verwandte, wenn Feuersteine in der Gegend selten waren, ein gutes Stück so lange wie nur möglich. So wird man ein zerbrochenes Steinbeil möglichst als Messer weiter benutzt haben. Wurde es infolge weiterer Absplitterungen unbrauchbar, dann mag es als Schaber, als Pfeilspitze weiter gedient haben.

Offene Bergwerke — sogenannte Feuersteingruben — zur Gewinnung des Rohmaterials fand man in Frankreich, Belgien und Rußland[4]). Unterirdische Feuersteinbrüche hat man im südlichen Frankreich bei Mur-de-Barez entdeckt, wo sie noch im alten Zustande aufgefunden worden sind. Der Boden ist mit schmalen, gegen die Mündung zu sich verbreiternden Stollen durchsetzt; der Silex zeigt sich bis in die Tiefe hin abgegraben, ist aber stellenweise pfeilerförmig stehen gelassen worden, um ein Einstürzen der Schächte zu verhüten. Stieß man auf Lagerungen geringwertigen Feuersteins, so hat man sie verlassen oder durchgegraben und in tieferen Lagern nach besserem Material geforscht. Als Arbeitszeug dienten Hirschhornhämmer; größere Blöcke wurden durch Feuer gesprengt. Selbst die Rinnen, welche die Förderstricke schliffen, mit denen man das gewonnene Material zutage förderte, haben sich am Eingang der Schächte feststellen lassen.

Mit guten Feuersteinstücken wurde weithin Handel getrieben, doch meist geschah die Verarbeitung der Steine nahe bei den Fundstellen. Man hat neben den Gruben große Mengen angeschlagener Feuersteine und auch mißratene Feuersteingeräte vorgefunden.

Wahrscheinlich lernte, wie schon angedeutet, der Mensch der Urzeit durch die Bearbeitung der Feuersteine auch das Feuer kennen.

Vom technischen Standpunkt aus ist die Ansicht am wahrscheinlichsten, daß beim Bearbeiten der Feuersteine Funken entstanden, die Schwamm oder geschabtes Holz in Brand setzten. Sicher ist, daß man auf dem Pfahlbau zu Robenhausen, einer Ansiedelung aus dem dritten Jahrtausend v. Chr., Feuerschwamm fand.

In der neolithischen Zeit, deren jüngster Periode die Siedelung von Robenhausen angehört, war aber auch gewiß bereits der sogenannte Feuerquirl bekannt.[5]) Er war ein runder Stab aus hartem Holz, der auf ein trockenes, mit einer Einkerbung versehenes Brett aus weichem Holz aufgesetzt und in dieser Stellung mittels eines Bogens oder einer aufgerollten und rasch abgezogenen Schnur in Drehung versetzt wurde. Dadurch entstand infolge der starken Reibung eine beträchtliche Wärme, die eine um den Quirl angehäufte

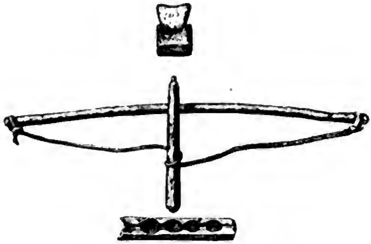


Abb. 2. Feuerbohrer der Eskimo.
(Museum für Völkerkunde, Berlin.)

Menge Feuerschwamm in Brand setzte. Auch wird man mit Hilfe der im Kapitel Werkzeugmaschinen abgebildeten Bohrmaschine dieser Zeit auf die einfachste Weise Feuer erzeugt haben, indem man statt des Bohrers einen harten Holzstab und statt des zu bohrenden Steines ein weiches Stück Holz verwandte. Forrer hat auf diese Weise selbst mit einer solchen Bohrmaschine Feuer erzeugt. Wann die Benutzung des Feuers einsetzt, ist noch eine offene Frage. Sicher ist, daß man an Feuersteinen, Knochen und Höhlenwänden Spuren von Feuer aus einer Zeit findet, die wohl 15000 Jahre vor Christus zurückliegt.

Ein Feuerquirl der Eskimo, der sich im Berliner Museum für Völkerkunde befindet, wird in Abb. 2 wiedergegeben. Ich selbst konnte mit ihm nach einiger Übung in wenigen Sekunden Feuer erzeugen. Man nimmt dazu die oben sichtbare hölzerne Kapsel zwischen die Zähne, steckt den Feuerquirl in sie hinein und hält das untere Ende des Quirls in ein wagerechtes Stück Holz, das an einer Längsrinne verschiedene Vertiefungen besitzt. Diese Längsrinne ist zur

schnellen Erzielung von Feuer von großer Wichtigkeit, denn durch sie kann das sich beim Drehen des Quirls bildende Holzmehl zur Seite treten, damit zwischen Quirl und Unterlage die nötige Wärme erzeugt wird. Feuerschwamm ist bei diesem Feuerquirl nicht notwendig, denn das Holzmehl selbst entzündet sich[6]).

Gelegentlich mag man in der Urzeit auch einmal ein Stückchen Bernstein oder einen natürlichen Kristall dazu benutzt haben, um mittels der Sonnenstrahlen dürres Laub zu entzünden.

Das Feuer[7]) ließ man im Herd nach Möglichkeit nie völlig ausgehen, sondern hielt es — unter der Asche fortglühend und angefacht — stets bereit zur Neuverwendung, wie das heute noch die Arbeiter auf dem Lande gelegentlich halten. Spuren solcher Feuerbrandherde, welche durch ihre Hitze den umgebenden Boden rot und hart gebrannt hatten, fand Forrer nicht nur in der neolithischen Ansiedelung zu Stützheim im Elsaß, sondern auch in der Diluvialschicht von Achenheim. Eine andere Spur dieser uralten Sitte der Feuererhaltung bieten die Vestalinnen Roms, jene Dienerinnen der Vesta, die dreißig Jahre lang durch den Oberpriester zur Hütung des ewigen Feuers im Tempel der Göttin verpflichtet waren. Unter den Griechen und Römern gewinnen als Feuererzeugungsmittel Feuerstein, Feuerstahl und Feuerschwamm beziehungsweise Schwefel an Ausdehnung. Auch in den Gräbern der Völkerwanderungs- und Merowingerzeit finden sich nicht selten als Totenbeigabe Feuerstahl und Feuerstein.

Zahlreich sind die Stellen, aus denen man die Benutzung des Feuers in der Vorzeit erweisen kann. Sie verraten entweder Lagerfeuer, Herdgruben oder Brandgräber.

Der Herd bildete schon — sagt Forrer[8]) — in der Urzeit den Sammel- und Mittelpunkt der Familie. Seine älteste Form ist eine Grube, in welcher man das Feuer gegen Wind und Wetter geschützt und glimmend erhalten hat. Gruben dieser Art fand ich in der diluvialen Kulturschicht zu Achenheim in Gestalt kleiner, niedriger, in den Löß gegrabener Löcher, welche mit Aschenresten und verbranntem Ton durchsetzt waren und deren Umgebung sich vom Feuer zum Teil völlig rot gebrannt zeigte. Ganz gleiche Herdgruben, nur in den Dimensionen etwas größer, sind den neolithischen Lößstationen eigen, besonders den Ansiedelungen mit Wohngruben. Sie bieten von der jüngeren Steinzeit an bis gegen Ende der Römerzeit meist dasselbe Bild von Nestern mit Aschenresten, Resten verbrannten Lehms, angebrannten Steinen, Knochen usw. Bei Stützheim fand ich in einer großen neolithischen Wohngrube unmittelbar neben dem Herd eine im Löß ausgesparte Ofenbank, in einer anderen Grube einen glatten Mahlstein mit Spuren andauernder Erhitzung durch Feuer, wahrscheinlich eine Steinplatte, die als Kochrost diente.

Werkzeuge.[1])

„Das wahre Heldengedicht unserer Zeit ist nicht Waff' und Mensch, sondern Werkzeug und Mensch — eine unendlich umfassendere Art des Heldengedichts."

T. Carlyle.

Das Urwerkzeug, oder — wie Aristoteles sagt — das Werkzeug der Werkzeuge, ist die menschliche Hand. Die Faust ist ein Hammer, mit den Nägeln kann man schaben und kratzen, zwischen den zusammengekrallten Fingern kann man etwas abwürgen, wie mit einer Zange, und in Verbindung mit dem Arm läßt sich die Hand als Hebel verwenden.

Von den Werkzeugen des Urmenschen haben wir nur dunkle Kunde. Man glaubte zwar an Knochenfunden im Lager zu Pikermi in Griechenland Einschnitte beobachtet zu haben, die schon von Werkzeugen tertiärer Menschen herrührten. Andere nehmen hingegen an, daß diese Knocheneinschnitte von den Zähnen großer Raubtiere verursacht wurden. Forrer[2]) neigt, da er in gleichalten Erdschichten zu Achenheim im Elsaß gleichfalls Tierknochen fand, die scharfe Brüche oder Einschnitte zeigen, zu der Ansicht, daß der Urmensch hier mit rohen Steinwerkzeugen die markführenden Knochen absichtlich aufgeschlagen oder durchgebrochen habe, um zum Mark zu gelangen. Über eine gewisse Form des Werkzeugs der Transneolithik können wir uns nicht aussprechen.

Erst in der Transpaläolithik, das heißt in der ersten alpinen Eiszeit, zeigen die Feuersteinfunde sichere, aber noch immer nur ganz rohe Spuren von Bearbeitung. Das Universalwerkzeug jener Zeit ist die Axt, gleichzeitig Werkzeug und Waffe. Als Stiel diente die menschliche Hand, wie es die Abbildung 6a Seite 17 zeigt. Die in Abb. 3 oben wiedergegebene mandelförmige Steinaxt entspricht der damals vorkommenden Hauptform. Sowohl in Europa, als in Afrika, und selbst bei australischen Wilden läßt sich diese Mandelform nachweisen. Die Behauarbeit ist überaus sorgfältig und die Form häufig noch viel regelmäßiger als unsere Abbildung es zeigt. Bis zu einem gewissen Grade läßt sich bei diesen Äxten insofern ein Unterschied zwischen Waffe und Werkzeug feststellen, als der als Waffe dienende Stein scharf zugespitzt war, während der als

Werkzeug dienende stumpfer gehalten wurde. Sehr früh wird der Urmensch seine Äxte mit einem Griff versehen haben, etwa, indem er einen gespaltenen Ast über den Stein hinwegbog und die Enden unterhalb des Steines zusammenband. Solche Handhaben fertigen sich noch jetzt die ohne Kenntnisse der Metalle lebenden australischen Wilden an (vgl. Abb. 6b).

In feuersteinarmen Gegenden, wo der Mensch mehr auf die Verwendung weicher Steine angewiesen war, konnte er die Formen seines Werkzeugs nicht durch Behauen erzielen. Er mußte zum Schleifen übergehen. In unserer Abbildung 3 sehen wir unten einen



Abb. 3. Steinbeil aus St. Acheul. Schleifstein aus Jütland.
(Museum für Völkerkunde, Berlin.)

Schleifstein, der sowohl Rundungen, als auch Vertiefungen und Flächen aufweist. Solche Schleifsteine wie auch geschliffene Werkzeuge sind in den Gegenden, wo der Feuerstein nicht vorkommt oder doch sehr selten ist, schon in sehr frühen Zeiten zu finden.

Aus der Axt bildete sich bei den ackerbautreibenden Völkern die Form der Hacke heraus. Besonders durch Schleifen ließ sich die Urform der Hacke, wie wir sie in Abb. 6c sehen, leicht erzielen. Mit dieser Hacke wurde das Feld bearbeitet.

Aus der Vergrößerung der Hacke entstand der erste Pflug, meist ein hakenförmig gekrümmtes Stück Holz, das an seinem langen Ende von Menschen, später auch von Tieren, durch den Boden hindurchgezogen wurde. Eine Verbesserung des Pfluges entstand dadurch, daß man an dem langen Ende des Hakens ein Querholz

anbrachte und den pflügenden Teil des Gerätes durch eine Klinge aus Hirschhorn oder Stein breiter und mithin zweckmäßiger gestaltete.

Mit der Erfindung des Bohrers entstand aus der Axt ein neues Werkzeug, der Hammer. Die Erfindung der Bohrtechnik ist so bedeutungsvoll, daß wir uns mit ihr eingehend im nächsten Kapitel beschäftigen müssen, wo von den Werkzeugmaschinen die Rede sein wird. In seiner äußeren Form hat der Steinhammer, wie alle Werkzeuge, viele Wandlungen durchgemacht. Abb. 4 zeigt die in den Pfahlbauten besonders häufig vorkommende rundlich geschweifte Form. Wenn wir nicht wüßten, daß diese Abbildung einen Steinhammer darstellte, so könnten wir sie für einen neuzeitlichen Schmiedehammer ansehen. Auch dem kleinen Eisenhammer in Abb. 7 sieht man nicht an, daß er schon über 2000 Jahre alt ist.

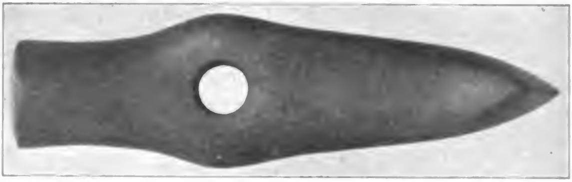


Abb. 4. Geschliffene Steinaxt. Aus Reesen, Kreis Jerichow, Brandenburg. (Museum für Völkerkunde, Berlin).

Auffallend jung ist ein heute im Ackerbau und in der Bautechnik unentbehrliches Werkzeug, die Schaufel. Man scheint früher die Erde mit einer Hacke direkt in flache Körbe hinein geworfen zu haben, so daß ein schaufelartiges Gerät entbehrlich wurde. Übrigens ist ein solches Verfahren noch gegenwärtig bei den Fellachen gebräuchlich. Erst vor etwa 2000 Jahren scheint man in Europa langstielige Holzschaufeln verwendet zu haben, die zum Schutz gegen zu rasche Abnutzung mit einer halbmondförmigen Eisenscheibe am Rand versehen waren. Solche teilweise eisernen Schaufeln haben sich noch bis ins Mittelalter in Gebrauch erhalten, doch sind schon in römischer Zeit vollkommen eiserne, an Holzstiele genietete Schaufeln im Gebrauch gewesen.

Zu den ältesten menschlichen Werkzeugen gehört das Messer. Es ist in der Urzeit ein scharfrandiger Steinsplitter, eine Muschel oder dergleichen. Ein besonders schönes Stück, mit dem sich noch heute vorzüglich schneiden läßt, zeigt Abb. 5c. Der dort schrägliegend wiedergegebene Feuersteinspan ist auf der sichtbaren Kante durch Schleifen sorgsam bearbeitet. Wir werden in einem beson-



Abb. 5. a) Steinsäge aus Flensburg. b) Starker Spitzbohrer mit zwei scharfen Arbeitskanten aus Boncelles, Haute Fagnes. c) Messerartiger Spahn aus Löbschütz, Kreis Saalfeld, Meiningen. d) Doppelwerkzeug: unten als Hohlschaber, oben als Stichel benutzbar, aus La Micoque, Vézère-Tal, Dordogne, Frankreich. e) Rundschaber aus Boncelles, Haute Fagnes. f) Fein bearbeiteter Schaber mit gerader Arbeitskante, verwittert, aus Boncelles.

(Alles im Museum für Völkerkunde, Berlin.)

deren Kapitel über Messer, Löffel und Gabel noch hören, daß man sich mit solchen Feuersteinspänen sogar rasieren kann.

War ein Steinmesser, sei es von Natur, sei es infolge Gebrauches, an der Schneide rauh geworden, dann war eine Säge zustande gekommen. Diese einfache Tatsache, die ein jeder schon an seinem eigenen Taschenmesser erfahren hat, widerlegt die weit verbreitete naive Annahme, der Urmensch sei durch die mit scharfen Zähnen besetzte Kinnlade einer Schlange zur Erfindung der Säge geführt worden. In unserer Abb. 5a sehen wir links einen flachen Feuerstein, der uns die Urform der Säge zeigt. Im Kapitel über die Werkzeugmaschinen werden wir gleich sehen, daß der Urmensch sogar eine Sägemaschine mit großem Scharfsinn erfunden hatte.

Der Säge und dem Messer nahe verwandt ist die Sichel, das beim Getreidebau unentbehrliche Werkzeug. Man brauchte ein genügend langes Feuersteinmesser nur rechtwinklig in einem Handgriff zu befestigen, um eine Sichel zu erhalten. In Abb. 6g ist das aus dem voraufgehenden Bilde bekannte Feuersteinmesser als Sichel geschäftet gezeichnet. In Dänemark hat man eine solche Feuersteinsichel mit altem Holzschaft tatsächlich gefunden. Als man etwa 2000 Jahre v. Chr. anfing, Geräte aus Metallen anzufertigen, bildete man die Sichelklinge der alten Feuersteinklinge genau nach. Etwa 1000 Jahre später, also in der spätesten Bronzezeit, wurde die Sichel so gebogen, wie wir sie noch heute aus Stahl anfertigen. Unter den vielen Gußformen, die sich aus vorgeschichtlicher Zeit erhalten haben, befindet sich auch eine im Pfahlbau zu Mörigen gefundene Gußform für eine solche gebogene Bronzesichel. In der Eisenzeit, also um die Mitte des ersten Jahrtausends v. Chr., wurden die krummen Sicheln aus Eisen angefertigt. Gleichzeitig aber vergrößerte man die alte gerade Form der steinernen Sicheln zur Sense. Dieses Ackerbaugerät aus Eisen wurde in verschiedenen Exemplaren, etwa aus dem zweiten Jahrhundert v. Chr. stammend, zu La Tène gefunden. Die Römer besaßen Sensen, deren Klingen sogar bis ein Meter Länge hatten.

Die scharfe Kante eines Steines läßt sich vorzüglich zum Schaben benutzen. Auf Abb. 5 sehen wir rechts übereinander drei verschiedene Schaber in ihrer Urform; unten einen schon stark verwitterten Stein mit einer geraden Arbeitskante; in der Mitte einen Stein mit einer eingebuchteten Arbeitskante, mit der man ein Stück Holz rund schaben konnte; oben einen kleinen sorgfältig bearbeiteten Stein, mit dem man aus einem Stück Holz eine runde Vertiefung heraus schaben konnte. Wir haben also dort je einen Flachschaber, einen Rundschaber und einen Hohlschaber vor uns. Die flachen Schaber wird man außer zur Bearbeitung von Holz, Horn und Knochen auch zum Abschaben von Tierhäuten gebraucht haben.

Ein sehr vollkommenes Werkzeug zum Schaben ist unser Hobel. Auch er hat in einer Zeit, die wohl über 25000 Jahre v. Chr. liegt, bereits seinen Erfinder gehabt. In Abb. 6f unten sehen wir

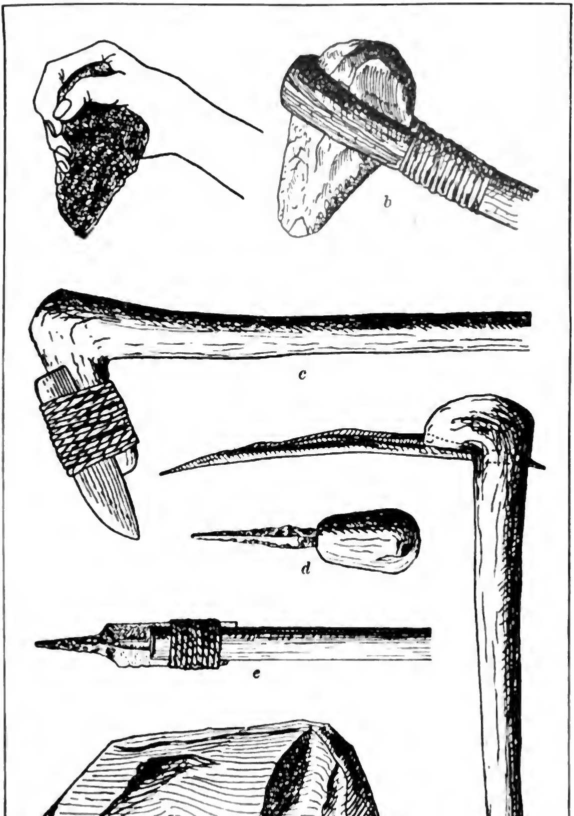


Abb. 6. Werkzeuge der Steinzeit. a) Hand mit Steinhammer. b) Geschäftete Steinaxt. c) Hacke. d) Pfriem. e) Spitzbohrer mit Schaft. f) Steinhobel. g) Sichel mit Schaft.
(Nach Forrer gezeichnet vom Verfasser.)

einen Feuerstein, der auf einer Seite vollständig glatt bearbeitet ist, so daß rings um diese glatte Fläche herum scharfe Kanten entstehen. Führt man diesen steinernen Hobel über Holz hinweg, so kann man eine Glättung des Holzes erzielen, gleich als ob man es mit einem Hobel bearbeitet. In Frankreich hat man etwa 15000 Jahre v. Chr. steinerne Hobel gekannt, die so groß sind, daß man sie bequem in eine Hand nehmen und, wie Forrer durch Versuche bewiesen hat, gleich einem Hobel über das Holz hinwegführen kann. Hierbei schaffen die scharfen Randkanten Späne von Holz, während die glatte Fläche polierend nachfolgt. Sowohl in Pompeji, das im Jahre 79 n. Chr. durch den Vesuvausbruch zerstört wurde, als auch unter den Trümmern der ums Jahr 265 n. Chr. verlassenen Saal-

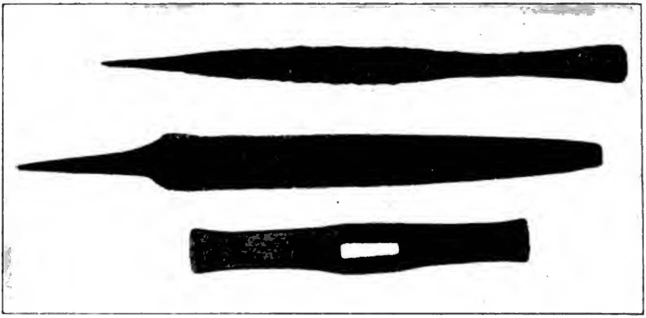


Abb. 7. Drei Eisenwerkzeuge: Meißel, Feile und Hammer. Aus La Tène, Kanton Neuenburg, Schweiz. Etwa 200 v. Chr.
(Museum für Völkerkunde, Berlin.)

burg fand man sowohl aus Holz als aus Eisen gearbeitete Hobel mit eingesetzten und durch Keile verstellbaren Klingen. Neuerdings nennen wir die aus Eisen gefertigten Hobelgehäuse „amerikanische“. Wir sehen jedoch, daß das Altertum bereits solche Hobel kannte.

Denken wir uns die untere Fläche des vorhin besprochenen steinernen Hobels der Urzeit möglichst rauh, so haben wir ein Werkzeug, das unserer Feile nahekommt. Forrer hat schon an Bronzelanzen und bronzenen Äxten, die etwa 1000 Jahre v. Chr. entstanden sind, Spuren von alter Feilung beobachtet. Feilen selbst hat man erst im Gräberfelde von Hallstatt gefunden. Mit Ausnahme eines einzigen Stückes, das aus Eisen gefertigt ist, sind sie aus Bronze gemacht. Die in Abb. 7 dargestellte Eisenfeile ist wesentlich jünger. Sie stammt aus La Tène in der Schweiz und dürfte

um 200 v. Chr. entstanden sein. Die Römer haben, wie wir aus Funden von der Saalburg und von Pompeji wissen, vielerlei Arten von Feilen besessen. Die Kerben oder Hiebe gehen bei den Römerfeilen bereits schräg. Natürlich hat das Mittelalter mit seiner ausgebildeten Metalltechnik die Feile stets benutzt. In Nürnberg waren die Feilenhauer bereits im Jahre 1419 zünftig, und wir werden unter den Werkzeugmaschinen sehen, daß Leonardo da Vinci schon ums Jahr 1500 eine Feilenhaumaschine entwarf[3]).

Das vorhin besprochene in Abb. 5d dargestellte kleine Steinwerkzeug, das wohl an 25000 Jahre alt ist, hat außer seiner in der Abbildung nach unten gerichteten Kante, die als Schaber dient, eine scharfe nach oben stehende Kante, die als Stichel gedient haben

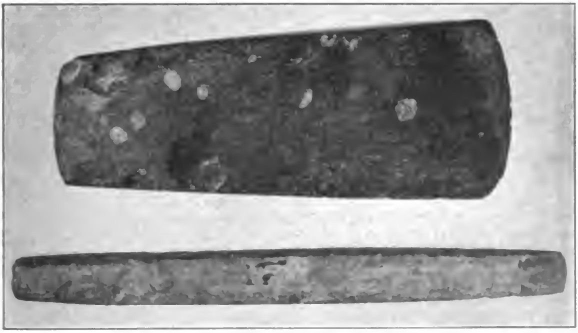


Abb. 8. Polierter Steinmeißel aus Bergen. Fein bearbeiteter Steinmeißel aus Putbus.
(Museum für Völkerkunde, Berlin.)

mag. Zum Einritzen von Zeichnungen in Renntierknochen, wie sie in jener Zeit gebräuchlich waren, eignet sich dieser steinerne Stichel vorzüglich. Hauptsächlich in der Höhle von La Madeleine in Frankreich fand man zahlreiche Renntierknochen, Elfenbein- und Steinplatten, ja sogar Höhlenwände, die mittels dieser einfachen Gravierstichel mit Bildern versehen waren. Besonders Darstellungen von Renntieren, Pferden, Auerochsen, selbst Mammuten und Menschen sind dort mit guter Naturbeobachtung von Künstlern verewigt worden.

Abb. 8 zeigt die wohlbekannten Formen des Meißels. Das Werkzeug wird in der Steinzeit vornehmlich zur Holzbearbeitung benutzt und deshalb von den Archäologen „Spalter“ genannt. Steinmeißel der neolithischen Zeit, das heißt der Zeit von etwa 5000 bis 2100 v. Chr., sind geschliffen und poliert. Das breitere Exemplar

ist — was in der Photographie infolge des dunklen Tons allerdings nicht zum Ausdruck kommt — als Hohlmeißel geschliffen. Die um 2100 v. Chr. einsetzende Kupferzeit fertigte genau dieselben Formen aus Kupfer. Wegen der größeren Widerstandsfähigkeit des Materials findet man jetzt Kupfermeißel in allen Längen und Stärken. In der Bronzezeit erfährt der Meißel an den Rändern häufig Verstärkungsrippen. Auch kommen vereinzelt Verzierungen an Meißeln vor. Die Eisentechnik übernahm den Meißel gleichfalls, und er hat sich seitdem auch in der geschichtlichen Zeit in unveränderter Form, wie wir sie auf Abb. 7 oben sehen, erhalten.

Mit kleinen Meißeln von unterschiedlicher Form der Schneiden wurden die Verzierungen auf den Bronzearbeiten eingehauen. Man nennt derartig kleine Meißel heute Punzen. Die Gegner der Annahme einer reinen Bronzezeit haben früher die Unmöglichkeit betont, mit bronzenen Punzen in Bronze Verzierungen einzuschlagen. Versuche haben indes bewiesen, daß man sehr wohl Bronze mit Bronze bearbeiten kann. Sicherlich hat die bronzene Punze schon in

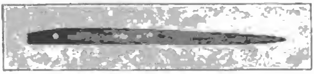


Abb. 9. Knöcherne Nähnadel.
(Museum für Völkerkunde, Berlin.)

der Steinzeit ihre Vorläufer, wie Abb. 6d ein solches Werkzeug erkennen läßt. Man wird es allerdings, da es nicht zur Gravierarbeit diente, besser in dieser Form als Pfriem bezeichnen; zumal bei der Herrichtung von Fellen war der steinerne oder knöcherne Pfriem, der in einem Stück Holz steckte, unentbehrlich.

Aus dem Pfriem entstand die Nähnadel. Sie war bereits in der paläolithischen Zeit, also vor über 30000 Jahren, schon ein ziemlich feines Werkzeug aus Knochen, in welches mit einem feinen steinernen Bohrer ein Loch hineingebohrt war (Abb. 9). In der Bronzezeit wurde die Nähnadel länger und schlanker und erhielt bereits ein ovales Öhr. In der Eisenzeit finden sich die Nähnadeln häufig in reizenden Nadelbehältern, die von den Frauen an Kettchen oder Schnüren getragen wurden.

Ziemlich spät, nämlich erst in der Eisenzeit, etwa 700 Jahre v. Chr., tritt eine Vereinigung von zwei Messern, also die Schere, auf. Zu La Tène — um 250 v. Chr. — war sie in allen Größen vorhanden. Gelenkscheren in unserem Sinne gab es aber noch nicht. Sie wurden sicherlich erst nach der Völkerwanderung erfunden.

Auch ein anderes, uns heute unentbehrliches Gelenkwerkzeug, die Zange, war in vorgeschichtlicher Zeit selten. Sie entstand aus der gelenklosen Pincette. Eiserne Zangen für Schmiede, wie wir sie

noch in gleicher Form verwenden, fand man in den Ansiedelungen aus dem vierten Jahrhundert v. Chr. Aus der Römerzeit sind uns sowohl ärztliche Zangen als auch verschiedene Zangenwerkzeuge bekannt geworden, die sich nicht im geringsten von unseren heutigen Zangen unterscheiden.

Drei Verfahren zur festen Verbindung von zwei Metallteilen waren der Vorzeit gleichfalls bekannt, und mithin muß man auch damals die geeigneten Werkzeuge dazu besessen haben, nämlich zum Nieten, zum Löten und zum Schrauben.

Die Nietung läßt sich, sobald überhaupt Metall auftritt, also um 2000 v. Chr., in Ägypten, Troja und Cypern nachweisen. In der späteren Metallzeit kommen vielerlei besonders schöne und große Nietenköpfe an den Gegenständen vor. Um derartige Zierköpfe bei Vernietungen herzustellen, muß man unbedingt das kleine Werkzeug besessen haben, das wir heute Döbber nennen und das in der Weise gebraucht wird, daß man mit seiner Aushöhlung so lange auf die Niete einschlägt, bis der Nietenkopf die gleiche Form wie die Aushöhlung des Döbbers angenommen hat.

Die Lötung muß wenig jünger sein als die Nietung. Sie wird nicht weit vor Anfang der Bronzezeit in Anwendung gekommen sein, denn zur Bronze brauchte man das Zinn, das ja auch zum Löten notwendig ist. Außer der Zinnlötung verwenden wir heute, wenn zwei Gegenstände besonders festhalten sollen, die sogenannte Hartlötung. An Stelle von Zinn wird dann, je nach Bedarf, Kupfer, Messing, Silber oder Gold verwendet. Sicherlich haben die griechischen Goldschmiede die Goldlötung schon gekannt, und aus der Merowingerzeit sieht man im Berliner Museum für Völkerkunde vorzüglich mit Kupfer gelötete eiserne Gewandschnallen. Antike Lötkolben, um mittels Zinn, oder antike Blasrohre, um mittels Hartlot zu löten, sind bisher von den Altertumsforschern deshalb wohl noch nicht festgestellt worden, weil man etwaige Funde dieser Art leicht als andere Gegenstände, etwa Hämmer oder Katheter ansehen konnte. In der Literatur findet sich das Lötrohr nur einmal ganz kurz im Jahre 40 n. Chr. erwähnt. Zur Untersuchung von Mineralien wurde es 1660 zum erstenmal von der Florentiner Akademie und zehn Jahre später von Erasmus Bartholinus benutzt.

Die Schraube läßt sich anscheinend erst bei dem Mathematiker und Mechaniker Philon aus Byzanz und bei seinem Zeitgenossen Archimedes im dritten Jahrhundert v. Chr. nachweisen. Sicher ist, daß die Römer schon rechtsläufige und linksläufige Schraubengewinde kannten. Über die Anfertigung der Schraubengewinde, die im großen bei den Wein- und Ölpressen oder bei den Wäschepressen benutzt wurden, wissen wir nichts Bestimmtes[4]). Es ist jedoch zu vermuten, daß man sich dazu eines Verfahrens bediente, das noch um die Mitte des sechzehnten Jahrhunderts von dem Ingenieur Jaques Besson aufgezeichnet wurde[5]). Besson nimmt ein Stück Papier und wickelt es so um den Bolzen, der mit Gewinde versehen werden

soll, daß eine Kante des Papierstreifens sich als Schraubenlinie auf den Bolzen windet. Man braucht dann mit einer Feile die vorgezeichnete Schraubenlinie nur nachzufahren und durch weiteres Feilen allmählich zu vertiefen, um eine Schraube zu erhalten. Das Verfahren war zwar roh, doch nicht unpraktisch. Die Entwürfe seines Vorgängers Leonardo da Vinci kannte Besson anscheinend nicht, denn sonst hätte er sich wohl der von Leonardo angegebenen Vorrichtungen zum Schraubenschneiden[6]) bedient. Außer Gewindbohrern und Schneidekluppen für Gewinde entwarf Leonardo sogar eine Schraubenschneidemaschine, auf der er lange Schraubenspindeln mit beliebigem Gewinde versehen konnte. Es wurden zu diesem Zweck, genau wie es noch bei unseren heutigen Schraubenschneidmaschinen geschieht, Zahnräder ausgewechselt, so daß die Schneidekluppe entweder schnell oder langsam über den Metallbolzen gezogen wurde. Besonders schwere Schrauben, wie sie zu Leonardos Zeiten an Kriegsmaschinen, Buchdruckpressen oder Weinkeltern gebraucht wurden, schnitt er auf einer Drehbank, wie wir das heute gleichfalls noch tun. Der soeben genannte Besson war wohl der erste, der eine Schraubendrehbank eingehend beschrieb und in seinem Maschinenbuch veröffentlichte.

Zum Schluß dieses Überblicks über die Werkzeuge der Menschheit sollen zwei kleine Instrumente besprochen werden, die sowohl dem Zimmermann wie dem Astronomen, dem Bergmann wie dem Künstler dienen: das Senkel und die Wasserwage.

Zur Ermittlung der Senkrechten beim Aufrichten eines Balkens oder eines Mauerwerks genügt ein an eine Schnur gebundener Stein. Die Zeit der Erfindung des Senkels mag also viele Jahrtausende zurückliegen. Metallene Senkel, genau so wie wir sie noch heute verwenden, fand man aus der Römerzeit in verschiedenen Exemplaren. Auch die Wasserwage war den Römern bekannt[7]). Sie bestand damals aus einer langen offenen Holzrinne, in der sich das Wasser befand. Auch das Mittelalter scheint Wasserwagen gekannt zu haben, denn in einem Brief des Nürnberger Mechanikers Hartmann an Herzog Albrecht von Preußen aus dem Jahre 1544[8]) fand ich zur Erklärung der wagerechten Lage einer Magnetnadel den Ausdruck „wasser wag recht". Da keinerlei Erklärung hinzugefügt ist, kann vorausgesetzt werden, daß es damals bekannt war, wie man etwas so wagerecht stellen konnte wie das Wasser. Eine Verbesserung findet sich 1629 bei dem italienischen Ingenieur Branca[9]). Es ist die sogenannte Schlauchwage, die man überall dort verwendet, wo man die beiden Punkte, die in eine Ebene gebracht werden sollen, nicht sehen kann. Die Schlauchwage besteht aus einem langen, heute aus Gummi gefertigten Schlauch, an dessen Enden zwei gleichmäßig eingeteilte offene Glasröhren angebracht sind. Schlauch und Glasröhren sind fast vollständig mit Wasser gefüllt, mithin wird das Wasser in den beiden senkrecht gehaltenen Glasröhren — nach dem Gesetz der kommuni-

zierenden Röhren — stets gleich hoch stehen, und man kann also leicht feststellen, um wieviel höher oder tiefer die Fensterkante des einen Zimmers gegenüber der Fensterkante eines anderen Zimmers liegt.

An Stelle des Senkels in der Astronomie trat im siebzehnten Jahrhundert die Wasserwage. Doch zu den feinen Messungen, die die Astronomen machen müssen, genügte die gewöhnliche Wasserwage nicht mehr, und deshalb erfand Thévenot 1661 die noch heute gebräuchliche Wasserwage mit Luftblase und Weingeistfüllung. Zuerst hieß sie „Instrumentum Thevenotianum", später erhielt sie den Namen Libelle[10]. Als letzte Form der Wasserwage ist die Dosenlibelle zu nennen, in welcher die Luftblase sich genau in die Mitte einer Glasscheibe einstellen muß. Sie wurde 1777 von dem Physiker Johann Tobias Mayer dem Jüngeren in Göttingen erfunden[11].

Der Ingenieurberuf in vergangenen Zeiten.



Abb. 10.
Büchsenmeister, Geselle und Lehrling.
Malerei von 1490.

In der ältesten Zeit waren sicherlich die Priester die Vertreter der Technik, sowohl der Maschinentechnik, als der Bautechnik.

Im alten Griechenland hieß derjenige, der die Pläne zu einer Arbeit entwarf und den Bau leitete, Architekt, mochte er an Gebäuden, an Stadtanlagen, an Bauten von Brücken, Wasserleitungen oder Schiffen tätig sein[1]). Die Römer übernahmen die griechische Bezeichnung im zweiten Jahrhundert v. Chr. und nannten bald auch ihre Staatsingenieure, die die Anfertigung der Belagerungsmaschinen, der Straßen- und Wasserbauten auszuführen hatten, „architecti". Wir kennen aus der römischen Literatur verschiedene Stellen, aus denen hervorgeht, daß das Ingenieurwesen zur „Architektur" gehörte. Besonders zeigt uns dies die ums Jahr 24 v. Chr. verfaßte Schrift von Vitruv, in welcher die Anlagen von Bauten, Brunnen, Zisternen, Wasserleitungen, Städten, Häfen, Brücken, Mauern, Festungswerken, Grenzwällen, Burgen, Uhren, Leitern, Gerüsten, musikalischen Maschinen, Zieh- und Hebemaschinen unter dem Gesamtnamen „Architektur" behandelt werden.

Für die Ausbildung der Architekten verlangte Vitruv Kenntnisse in der Geometrie, Arithmetik, Optik, Philosophie, Geschichte, Rechtswissenschaft, Medizin und Astronomie. Und zwar sollten diejenigen, die sich der Ingenieurkunst zuwenden wollten, sich schon im Knabenalter mit diesen Wissenschaften zu beschäftigen anfangen. Man ersieht also, daß im Römerreich die gleichen Forderungen an die Vorbildung der Studierenden des Ingenieurfachs gestellt wurden, wie sie unter gleichen Umständen noch heute zur Aufnahme auf technische Hochschulen verlangt werden.

Wir sind also keineswegs berechtigt, in den Ingenieuren des Altertums nur Leute mit handwerksmäßiger Ausbildung zu sehen. Daß die Ausbildung des Ingenieurs eine wissenschaftliche war, geht aus einer Verordnung des Kaisers Constantin aus dem Jahre 334 hervor, in der der Statthalter von Afrika aufgefordert wird, für Ingenieurschüler zu sorgen. Es heißt dort wörtlich:

„Wir brauchen möglichst viele Ingenieure (architectos). Da es an solchen mangelt, veranlasse in den afrikanischen Provinzen zu diesem Studium Personen, welche, ungefähr 18 Jahre alt, die zur allgemeinen Bildung nötigen Wissenschaften bereits kennen gelernt haben. Um dies Ziel zu erreichen, befreie sie selbst und ihre Eltern von den Personalsteuern und gewähre den Schülern ausreichendes Gehalt.“ Diese Verordnung war wahrscheinlich veranlaßt worden, um Militäringenieure zur Erbauung befestigter Plätze gegen die andauernden Einfälle der Mauren in das römische Staatsgebiet in Afrika zu finden.

Zehn Jahre später erließen die Söhne von Kaiser Constantin eine Verordnung, durch die besonders die Lehrer des Ingenieurfachs und deren Eltern von den Steuern befreit wurden. Auch wurden diese technischen Lehrkräfte ebenso wie Ärzte und Tierärzte von der Verpflichtung zur Übernahme öffentlicher Ämter befreit.

Im allgemeinen scheint der Unterricht in allen Fächern der Architektur in Rom nicht öffentlich gewesen zu sein, doch ist wenigstens ein Fall bekannt, daß in Rom eine kaiserliche Schule für Redner, Grammatiker, Ärzte, Opferbeschauer, Mathematiker, Mechaniker und Architekten bestand. Sie wurde im dritten Jahrhundert vom Kaiser Alexander Severus gegründet. Die Söhne armer aber freier Eltern, die diese Schule besuchten, erhielten einen Anteil an den staatlichen Getreidelieferungen. Wir sehen also auch hier wieder die Ingenieure und Architekten mit einer Reihe anderer angesehener Berufe zusammen, also nicht in Gemeinschaft mit den damals gesellschaftlich gering geschätzten Handwerkern. Kaiser Diocletian, der um die Wende zum 4. Jahrhundert regierte, regelte in einer Taxordnung neben der Bezahlung der Elementarlehrer, der Lehrer der griechischen und lateinischen Sprache, der Geometrie und der Beredsamkeit auch die Gebühren für den Unterricht bei den Lehrmeistern der Architektur.

Der Militärarchitekt, also der Kriegsbaumeister des alten Rom, erhielt sich auch im Mittelalter in den ganz auf römischen Grundlagen eingerichteten Heeren. Auch die Vereinigung des Berufs des Architekten und Maschinenbauers ist noch im Mittelalter nachweisbar. Besonders tritt das bei einer der ältesten noch erhaltenen Aufzeichnungen eines Architekten, der Pariser Handschrift des Wilars aus Honnecourd, hervor. In dieser Handschrift finden sich die verschiedenartigsten Bauentwürfe, ein Sägewerk, ein romanisches Rosenfenster, ein Evangelienpult, eine automatische Figur, eine Brückenkonstruktion, Kirchengrundrisse, ein Perpetuum mobile, eine Kunstuhr und andere verschiedenartige Dinge friedlich beisammen[2]).

Daß die mittelalterlichen Kriegsarchitekten nicht nur ihrer Tätigkeit, sondern auch dem Namen nach Ingenieure waren, möchte ich in folgendem kurz sagen[3]). Meist liest man, der Name Ingenieur käme erst um 1540 für die Verfertiger von Kriegsmaschinen auf, die im Italienischen „ingegnos", im Spanischen „engennos" hießen. Tatsächlich findet sich schon im Jahre 1196 in den Annales Placentini Guelfi ein gewisser Alamannus de Guitelmus als „encignerius" der Stadt Mailand und als Erbauer der Gräben und Palisaden von Piacenza. Etwa 40 Jahre vorher wird dort ein Kriegsbaumeister namens Guitelmus, möglicherweise der Vater des erstgenannten, nur als „Magister" aufgeführt. In den folgenden Jahrhunderten lassen sich verschiedene Schreibarten für den Namen Ingenieur nachweisen, die stets auf den gleichen Stamm zurückgehen. So wird im Jahre 1238 ein gewisser Calamandrinus als der beste „inzegnerius" der Brescianer genannt und zehn Jahre später kommt in Frankreich ein „maistre engingnierre" Jocelin de Cornaut vor, der während des sechsten Kreuzzugs Belagerungsmaschinen erbaute. Im navarresischen Krieg wird 1277 ein Meister Bertran als „engeynnyre" erwähnt.

Im Deutschen heißen die Erbauer von Kriegsmaschinen „antwerckmeister", denn das antwerck ist im Mittelalter das gesamte Kriegsgerät. Mit dem Wort Handwerk hat das nichts zu tun, obwohl schlecht schreibende Chronisten dann und wann die beiden Wörter miteinander verwechselt haben. Der erste Nachweis des Wortes Ingenieur in der deutschen Sprache dürfte sich in einem Aktenstück des Berliner Geheimen Staatsarchivs vom 8. August 1651 finden[4]). Das Schriftstück handelt über die „Qualitäten eines Controleurs oder Oberinspectoris der Fortificationen und Artillerie" und verlangt, „daß er erudiert sei in allen den Zweigen, was aus Erfahrung einem Ingenieur zulässig und nötig". Etwas jünger ist die vielleicht nur durch einen Schreibfehler entstandene Bezeichnung „Ingenier" in einem Brief vom Jahre 1621, der sich jetzt in der Bibliothek in Weimar befindet. Es wird darin dem damaligen Herzog von Weimar eine alte technische Bilderhandschrift zum Kauf angeboten[5]). In Deutschland scheint die Bezeichnung um die Mitte des 17. Jahrhunderts bereits geläufig gewesen zu sein, denn in

meiner 1665 zu Basel von Tossani herausgegebenen Bibel finde ich das Wort „Ingenieur“ als Erläuterung der Tätigkeit eines jüdischen Kriegsbaumeisters angegeben[6]). Auch für die Bezeichnung Ober-



Abb. 11. Porträt des Ingenieurs Konrad Kyeser von Eichstädt, zugleich das älteste bekannte deutsche Männerporträt. Aus Codex phil. 63 der Göttinger Bibliothek. Vom Jahre 1405.

ingenieur habe ich einen frühen Beleg gefunden. Die Bezeichnung kommt gleichfalls vom Kriegswesen und findet sich in dem Werk über die Kriegs-Disciplin von Johann Sebastian Gruber, das im

Jahre 1697 zu Augsburg erschien. Das Werk behandelt die ganze Einteilung des Heerwesens und erwähnt bei der Einteilung des Generalstabs der Armee unter anderen Chargen den „General- oder Oberingenieur. Dieser muß Geometrie und Fortification ex professo



Abb. 12. Grabmal des Ingenieurs Martin Mercz in Amberg.

und aus dem Fundament verstehen und nicht allein ein guter Theoriste und Cabinet-Ingenieur, sondern daneben ein geübter Practicus seyn".

Die Einführung der Feuerwaffen in das Kriegswesen des Mittelalters erweiterte das Gebiet der Tätigkeit der Ingenieure nach vielen Richtungen hin. Seit jener Zeit entstanden zahlreiche, meist mit Bildern ausgestattete Bücher, in denen sowohl ältere als neuere

Maschinen nach technischen Gesichtspunkten klargelegt wurden. Meist behandeln diese Werke das Geschützwesen, doch finden sich auch allerhand andere Erfindungen darin vermerkt. Einer der vielseitigsten deutschen Ingenieure, die uns Bilderhandschriften hinterließen, war Conrad Kyeser von Eichstädt (Abb. 11), dessen Handschrift[7]) vom Jahre 1405 jahrhundertelang von großem Einfluß blieb. Die Kyeser von Eichstädtsche Schule läßt sich in Deutschland noch lange deutlich verfolgen. Besonders auf maschinentechnischem Gebiet war ein Hussite vielseitig gebildet, der uns seine Aufzeichnungen aus dem Jahre 1430 hinterlassen hat. Seine Handschrift ist seit langem mit einer um acht Jahre jüngeren Bilderhandschrift des Ingenieurs Jacopo Mariano aus Siena in einem Band zusammengebunden[8]). Von großer Selbständigkeit ist eine im Jahre 1471 verfaßte Handschrift eines pfälzischen Ingenieurs namens Martin Mercz[9]). Der Meister arbeitete bereits auf mathematischer Grundlage. Wie sein noch heute an der Stadtpfarre zu Amberg erhaltenes schönes Grabdenkmal erkennen läßt, verlor Mercz wahrscheinlich bei seinen Arbeiten das rechte Auge. Sicherlich ist sein Grabmal das älteste bekannte, das einem Ingenieur gesetzt wurde (s. Abb. 12).

Das erste gedruckte Werk der Ingenieurtechnik stammt von Roberto Valturio aus Rimini. Es wurde um 1460 verfaßt und 1472 zum erstenmal in Verona gedruckt[10]). Bis 1555 erschien es in mehreren Auflagen. Deutschlands erstes technisches Druckwerk wurde 1476 durch den Augsburger Buchdrucker Ludwig Hohenwang herausgegeben. Es war eine von ihm angefertigte Übersetzung des Vegetius, eines strategischen Schriftstellers, der um die Zeit der Völkerwanderung lebte. Dieser Übersetzung fügte Hohenwang die Abbildungen aus dem Werke des Valturio bei. Durch diese Vereinigung des Textes aus dem Altertum mit den Maschinenzeichnungen aus dem Mittelalter ist viel Verwirrung entstanden, denn man hat meistens angenommen, die Maschinenzeichnungen gehörten gleichfalls der Zeit der Völkerwanderung an[11]).

Von den deutschen Ingenieuren des ausgehenden Mittelalters sind besonders noch zu nennen Ulrich Beßnitzer aus Landshut[12]), der unbekannte Verfasser des sogenannten Mittelalterlichen Hausbuchs[13]), der gleichfalls unbekannte Verfasser des Feuerwerksbuchs der Stadt Frankfurt a. M.[14]), sowie Philipp Mönch, ein pfälzischer Büchsenmeister[15]). (S. Abb. 13.)

Der vielseitigste Ingenieur aller Zeiten war unstreitig Leonardo da Vinci[16]). So bekannt er als Maler war, so Unklares, Sagenhaftes hören wir von diesem großen Mann als Techniker. Und doch haben wir von keinem der Ingenieure des Mittelalters einen so reichen Nachlaß wie gerade von ihm. Allerdings hat es lange gedauert, bis diese wertvollen Schätze ans Tageslicht kamen.

Nach Leonardos Tod wurden seine vielen Tausende von Handzeichnungen, sowohl künstlerischen wie technischen Inhalts, seinem Testament gemäß an einen Freund Francesco da Melzo vermacht.



Abb. 13. Titelblatt der Bilderhandschrift des Philipp Mönch mit dem Selbstporträt des Verfassers (1496).

Dieser verwahrte ängstlich das Erbe bis zu seinem Tode, doch dann gingen die Verwandten vollständig sinnlos mit den Blättern um. Nach vielen Schicksalen ließ ein Kunstliebhaber 392 Blätter in ganz beliebiger Reihenfolge zu einem großen Bande zusammenheften, der, weil er atlasförmig war, den Namen „Codex Atlanticus“ beibehalten hat. Ein anderer Teil der Manuskripte kam nach Paris, wiederum Teile nach London, Windsor und in einige italienische Städte. Zwar machte schon im Jahre 1568 der Kunstschriftsteller Vasari auf den überaus wertvollen physikalischen und technischen Inhalt der Aufzeichnungen aufmerksam. Das Buch über die „Malerei“ erschien im Jahre 1651 im Druck, 1828 folgte eine Abhandlung über die „Wasserbewegung“. 1797 machte Venturi, später Libri und andere, insbesondere Dühring in seiner kritischen Geschichte der Mechanik und Cantor in seiner Geschichte der Mathematik, auf Leonardos handschriftlichen Nachlaß aufmerksam, doch war es für alle Studien sehr erschwerend, daß die Blätter einerseits mit Skizzen und Notizen geradezu übersät sind, andererseits durch Feuchtigkeit und Witterung stark gelitten hatten, und daß zudem von Leonardo alles in Spiegelschrift, das heißt von rechts nach links, geschrieben ist. Erst nachdem Richter[17]) im Jahre 1883 in London mit der Herausgabe einzelner Bände begonnen hatte, und Ravaisson-Mollien[18]) in Paris, später Sabachnikoff[19]) in Rußland und die Florentiner Akademie[20]) in Italien Faksimileausgaben von den Beständen der einzelnen Länder unternommen, war es möglich, Leonardo in seinen Einzelheiten zu studieren.

Und dieser Einzelheiten finden sich bei ihm gar viele. Schon ums Jahr 1480 schreibt er an Ludovico Sforza[21]): „Nachdem ich, erhabener Herr, nunmehr zur Genüge die Probe von allen jenen gesehen und betrachtet habe, die sich Meister wähnen und Kompositoren von Kriegsgeräten, und die Erfindung der Wirkung besagter Geräte doch in nichts entfernt ist von jenen allgemeinen Gebrauches: werde ich mich anstrengen, ohne irgendeinem andern Meister Abbruch zu tun, Euer Exzellenz mich zu Gehör zu bringen, indem ich meine Geheimnisse mitteile, um nachher, sie ihr zu jeglichem Belieben anbietend, wenn die Zeiten sich schicken, auch alle jene Sachen zur Wirkung auszuarbeiten, die in Kürze zum Teil hier aufgezeichnet werden:

1. Ich habe Arten von Brücken, sehr leichte und starke, und geeignet, aufs bequemste getragen zu werden und mit ihnen den Feinden zu folgen und manches Mal vor ihnen zu fliehen, und andere, sicher und unverletzlich in Feuer und Schlacht, leicht und bequem wegzunehmen und aufzustellen. Und andere Arten, die Brücken des Feindes zu verbrennen und zu zerstören.

2. Ich weiß bei der Belagerung eines Platzes das Wasser der Gräben wegzunehmen und unendliche Brücken, Mauerbrecher und Leitern und andere Geräte zu machen, die zu benannter Expedition gehören.

3. Ebenfalls, wenn wegen der Höhe des Ufers oder wegen der Festigkeit von Ort und Lage man bei der Belagerung eines Platzes nicht den Dienst der Bombarden verwenden könnte, habe ich besondere Arten, jede Burg oder andere Festung zu zerstören, wenn sie nicht etwa oben auf einem Felsen gegründet wäre.

4. Habe ich auch Arten von Bombarden, äußerst leicht und bequem zu tragen. Und mit jenen kleine Steine zu schleudern, fast ähnlich einem Ungewitter. Und mit dem Rauch von jenen dem Feinde großen Schrecken gebend, mit ernstem Schaden für ihn und für seine Verwirrung.

5. Auch habe ich Maschinen, durch Höhlungen und geheime und gewundene Wege, ohne irgendwelchen Lärm gemacht zu haben, zu einer bezeichneten Stelle zu kommen, selbst wenn man unter Gräben oder irgendeinem Fluß passieren müßte.

6. Ebenso werde ich Wagen machen, bedeckt und sicher unangreifbar, die mit ihrer Artillerie zwischen die Feinde so hineinfahren, daß keine so große Menge von Waffenleuten existiert, die sie nicht brächen. Und hinter diesen könnte Fußvolk recht unverletzt und ohne Hindernis folgen.

7. Ebenso, wenn der Notfall käme, würde ich Bombarden machen, Mörser und Pasvolanten von allerschönsten und nützlichen Formen, ganz außerhalb jener des allgemeinen Gebrauchs.

8. Wo die Wirkung der Bombarden fehlte, würde ich Katapulte zusammensetzen, Wurfmaschinen, Donnerbüchsen und andere Geräte von bewundernswerter Wirksamkeit und außerhalb des Gebräuchlichen. Und im ganzen, nach der Mannigfaltigkeit der Fälle, würde ich verschiedene und unzählbare Sachen zum Angreifen komponieren.

9 Und geschähe es, daß man auf der See wäre, so habe ich Arten von vielerlei Geräten, höchst geeignet zum Angreifen und Verteidigen; und Schiffe, die Widerstand leisteten gegen das Abfeuern von jeder allergrößten Bombarde und gegen Pulver und Rauch.

10. In Zeiten des Friedens glaube ich aufs beste, in Vergleich mit jedem andern, in der Architektur, im Entwurf von Gebäuden, sowohl öffentlichen als privaten, Genüge leisten zu können. Und im Leiten von Wasser von einem Ort zum andern.

Ebenso werde ich Skulptur ausführen in Marmor, in Bronze und in Ton; ebenso in Malerei, was sich machen läßt, im Vergleich mit jedem andern, und sei er, wer er wolle.

Und wenn irgendeine der oben erwähnten Sachen irgendwem unmöglich und unausführbar schiene, erbiete ich mich auf das bereitwilligste, davon das Experiment zu machen, in Eurem Park oder an welchem Ort es Euer Exzellenz belieben wird, welcher ich mich demütigst, so sehr ich kann, empfehle . . ."

In diesem äußerst merkwürdigen Schreiben, mit dem Leonardo als Ingenieur auftritt, finden wir bereits eine ganze Reihe von —

sagen wir einmal „modernen“ — Erfindungen. Er spricht zum Beispiel von Brücken, die der Feind nicht durch Feuer zerstören könne, meint also eiserne Brücken. Er sagt, er habe Bombarden, deren Steinhagel wie ein Ungewitter wirken würde, er meint also eine Mitrailleuse. Auch spricht er von den damals noch nicht allgemein eingeführten Handfeuerwaffen. Wenn er Schiffe gegen das Feuer des Feindes schützen konnte, so mußte er an die viel später durch Napoleon III. eingeführten Panzerschiffe denken. Die Wagen, die er in die feindliche Linie schicken will, sehen wir in seinen Skizzen als eine mechanische Verbesserung der alten persichen Sichelwagen, die riesige Messer durch einen Mechanismus von den Rädern her in Bewegung setzen.

Lodovico Sforza, in dessen Dienste Leonardo angeblich als Musiker gekommen sein soll, war einer jener prachtliebenden Fürsten der italienischen Renaissance, die es verstanden, an den kleinen Höfen Oberitaliens Gelehrte und Künstler zu versammeln. Vasari erzählt, Leonardo habe mit eigner Hand eine Lyra in Form eines Pferdeschädels größtenteils aus Silber gemacht, die in ihrem Klange die Instrumente aller andern Musiker übertroffen habe. Sicherlich erkannte der Herzog in ihm aber nicht nur einen extravaganten Künstler, sondern auch einen bedeutenden Mann der Praxis. Als Ingenieur ist ihm vielleicht gerade nachzurühmen, daß er sich von Ideen weit mehr fernhält, als von der Wiedergabe praktischer Resultate und Lösungen. Der Herzog übertrug ihm bald die Gründung einer Akademie der Wissenschaften und beschäftigte ihn als Architekt, Ingenieur, Maler und Bildhauer. Im Jahre 1497 erbaute er den Kanal von Martesana, so daß er für große Schiffe fahrbar wurde, und trug so viel zum Reichtume Mailands bei. Ebenso segensreich wirkte er für die Landwirtschaft durch die Kanalisation des Ticino.

47 Jahre alt, als Sforza durch Ludwig XII. von Frankreich aus Mailand vertrieben worden war, verließ Leonardo die liebgewonnene Stadt, wandte sich zunächst wieder nach Florenz, wo er schon früher gelebt hatte, ging dann einige Jahre nach Rom und folgte endlich einer Einladung des französischen Königs an dessen Hof. Hier verlebte er seine letzten Tage, und wenn es auch nicht erwiesen ist, daß er in den Armen Franz' I. gestorben, so ist diese Erzählung doch bezeichnend für das schöne Verhältnis zwischen diesem weltlichen und jenem geistlichen Fürsten.

Leonardo steht uns in seinem geistigen Schaffen menschlich um so näher, weil er das, was er erreichte, sich aus eigener Kraft aufgebaut hatte. Seine Mutter war ein Bauernmädchen, deren Namen wir nicht einmal kennen. Sein Vater, Piero da Vinci, entstammte einer alten florentinischen Notarfamilie. Kurz nachdem Leonardo 1452 zu Andiano bei dem Bergdorf Vinci des Monte Albano von jener Bäuerin geboren war, heiratete sein Vater „standesgemäß“, und ebenso auch seine Mutter. Leonardo wuchs in der Familie seines Vaters auf, und da dessen Ehe, und auch noch eine zweite, kinderlos

blieben, so konnte die Erziehung schon eine sorgfältige sein. Als Leonardo 24 Jahre alt war, erhielt er aus der inzwischen geschlossenen dritten Ehe seines Vaters endlich einen Bruder. Über seine Jugend und Ausbildung wissen wir ungemein wenig. Sein Lehrmeister in den technischen Künsten, der Mosaikarbeit, der Erz- und Marmorbildnerei, der Goldschmiedekunst usw. war Andrea del Verrocchio, ein Freund seines Vaters. Er ist bekannt als der Schöpfer des schönsten Reiterdenkmals der Erde, des Standbildes des Colleoni.

Von Gemälden Leonardos hat sich ja wenig mehr erhalten. Das Hauptwerk, das berühmte „Abendmahl", ist so gut wie zerstört, wenn es auch jüngst gelang, die Trümmer vor weiterem Verfall zu retten. Um so mehr werden wir ihn als Techniker in den kommenden Jahrhunderten nennen müssen. Denn es ist sicher, daß von den Maschinen- und Baukundigen bis zu den Zeiten unserer Großindustrie kein Lebenswerk so vielseitig, so eigenartig und so fruchtbar war, wie das Leonardos. Daß nach seinem Tode die Aufzeichnungen, die er bei Lebenszeit naturgemäß sorgsam hütete, untergingen oder doch nutzlos über die Welt zerstreut wurden, ist nicht seine Schuld. Hätte er im technischen Wissen Schüler hinterlassen, die sein Erbe studiert und verwertet hätten, so wäre die Technik, insbesondere der Maschinenbau, im 16. Jahrhundert weiter gekommen, als sie mühsam am Ende des 18. Jahrhunderts war. Denn die vielen Namen, die man als Verfasser von Werken über Maschinen kennt, zum Beispiel Besson, Ramelli, Lorini, Zonca, Zeising und andere sind, wenn man sie kritisch in ihrer Zeit betrachtet, weit weniger schöpferisch, zum Teil sind sie sogar Abschreiber. Wirklich brauchbare Ideen sind in ihren Werken seltener zu finden als bei Leonardo. Man muß ihn ja zwar stets als ein Kind seiner Zeit betrachten, einer Zeit, die physikalisch noch manche Entdeckung zu erleben hatte, doch wo er auch immer Ideen ausspricht, und seien es auch für seine Zeit unverwertbare, es fehlt ihm nie an weitem Ausblick und an tiefer Einsicht.

Gerade ein tiefes Eingehen aut Einzelheiten läßt in Leonardo kaum eine großzügige Künstlernatur vermuten. Selten ist wohl jemand ebensoviel Techniker und ebensoviel Idealist gewesen wie er.

Wenn wir nur oberflächlich einmal zusehen wollten, was unter den Tausenden seiner Zeichnungen sich findet und uns interessiert, so geschähe schon genug, um ein ganzes Buch damit zu füllen. Leider ist es im Deutschen noch ungeschrieben, und die französischen und italienischen Kommentare zu den großen Ausgaben seiner Werke sind zu eingehend und unlesbar, um hierfür besonders geeignet zu erscheinen. Professor Theodor Beck[22]) in Darmstadt und die Vorsitzende des Wiener Schriftstellerinnen-Vereins, Marie Herzfeld, sind die einzigen, die uns bis jetzt größere Arbeiten vermittelt haben. Beck allerdings nur, vielleicht nur zu sehr, als Ingenieur, Marie Herzfeld dagegen leider oft auf zu breiter Basis, um Leonardos technisches Können hervortreten zu lassen. Immerhin sind die über

700 Zitate ihrer Übersetzung Leonardos eine wertvolle Bereicherung unserer deutschen Literatur[23]).

Am häufigsten haben wir von Leonardo als Flugtechniker gehört. Schon Vasari erzählt, Leonardo habe „allerdünnste Tiere aus Wachs gemacht, mit Luft gefüllt“, die im Winde fliegen konnten. Auch habe er Hammeldärme aus einem Blasbalg (mit warmer Luft?) aufgeblasen, so daß sie bis zur Decke emporstiegen, man liest auch oft, er habe um das Jahr 1513 in Rom Flugversuche gemacht, doch ist gerade diese Zeit seines Lebens wenig geklärt. Genauer unterrichtet sind wir über die Entwürfe zu Flugmaschinen des Meisters; denn nicht nur ein besonderes Heft „Über den Flug der Vögel“ hat sich von ihm erhalten, in dem er die Bewegungen der Tiere beim Fliegen mechanisch auseinandersetzt, auch viele Zeichnungen von Flugapparaten finden sich unter seinen Manuskripten. Die Flügel dieser Apparate bildet er den Fledermäusen nach, weil seine anatomischen Studien ihm gezeigt hatten, daß ein Vogel mächtigere Knochen „und stärkere Nervatur“ habe, als eine gleich große Fledermaus, denn die Flugflächen eines Vogels sind durchlöchert, weil ihre Federn unverbunden sind, „aber die Fledermaus hat die Hilfe des Gewebes, das alles verbindet und nicht durchlöchert ist“.

Von der Untersuchung des Vogelfluges ausgehend, berücksichtigte Leonardo sorgfältig den Einfluß des Windes, dessen Wirbel und Strömungen, und vermied an seinen Entwürfen möglichst jedes Metall, einerseits wohl wegen des hohen Gewichtes, besonders aber, weil er dem ganzen Apparat richtigerweise eine Elastizität gegen Windstöße geben wollte. Die Gelenke sollten darum aus Leder, die Zugstränge aus rohseidenen Stricken sein. Vom Gürtel aufwärts habe sich der Mensch in dem Flugapparat frei zu halten, „um zu balancieren, wie er es im Boote tut, damit sein Schwerpunkt und der seiner Maschine schwanken und sich wandeln könne“. Von dem Schwanenhügel aber bei Florenz wollte er seinen „großen künstlichen Vogel (die Flugmaschine) seinen ersten Flug nehmen lassen, das Universum mit Verblüffung, alle Schriften mit seinem Ruhme füllend, und ewige Glorie sein dem Neste, wo er geboren ward“. Um sich aus der Luft herabzulassen, erfand Leonardo den Fallschirm, der bekanntlich erst wieder im Jahre 1783 in Frankreich aufkam.

Zu den schon erwähnten Erfindungen in der Artillerie ist die Leonardosche Dampfkanone besonders merkwürdig, von der er sagt: „Sie ist eine Maschine von feinem Kupfer, welche eiserne Kugeln mit großem Geräusche und vieler Gewalt fortschleudert. Man macht so Gebrauch von dieser Maschine: Das Dritteil des Instruments steht in einer großen Menge von Feuer und Kohle, wenn das Wasser recht erhitzt ist, wird die Schraube des mit Wasser gefüllten Gefäßes niedergeschraubt, und in demselben Augenblicke, wo dies geschieht, entweicht das ganze Wasser nach unten, fließt in den erhitzten Teil des Instrumentes und verwandelt sich sofort in Dampf, der so bedeutend und stark ist, daß es wunderbar ist, die Wut

des Rauches zu sehen und das hervorgebrachte Geräusch zu hören.“ Wir sehen hier, daß Leonardo die treibende Kraft des Dampfes erkannt, und wie aus seinen weiteren Worten hervorgeht, auch versucht hat, zum Schleudern von Kugeln anzuwenden. Unrichtig ist es jedoch, er habe die Dampfkraft zu Maschinen, zur Bewegung eines Bratenwenders oder einer Barke benutzt. Der Leonardosche Bratspieß ist vielmehr ein durch die Wärme im Kamin bewegtes Flügelrad, das durch eine Zahnradübersetzung und ein Schnurgetriebe das Fleisch im Feuer dreht.

Das angebliche Leonardosche „Dampfschiff“ ist die Skizze eines mit Schaufelrädern versehenen Bootes, das durch einen Tretmechanismus bewegt werden sollte. Wir sehen flachliegend zwei Bretter, auf die man abwechselnd mit beiden Füßen treten muß, so daß sich die Zahnradübersetzung und dadurch die Schaufelräder drehen können.

Zu den Erfindungen, die man meist andern zuschreibt, die sich aber zuerst bei Leonardo finden, gehört die Windmühle mit drehbarem Dach, deren Vorteil darin besteht, daß man nicht mehr nötig hatte, das ganze Mühlenhaus drehbar auf einen Bock zu setzen, sondern den Bau bis zum Dache aus Steinen ausführen konnte und nur mehr nötig hatte, das Dach mit den Windflügeln daran nach dem Winde zu drehen. Ebenso skizzierte er für Schornsteine die heute allgemein eingeführte und oftmals patentierte Windhaube, die es verhindert, daß der Rauch der Öfen in den Kamin zurückschlägt. Wahrscheinlich kannte Leonardo auch bereits den Glaszylinder an Lampen, der erst 1756 wieder erfunden wurde. Die an den Fahrrädern angewandte Gelenkkette, von Galle 1832 wieder erfunden, wurde von Leonardo verschiedentlich verwendet. Das Schneiden der Gewinde an Schrauben, noch lange nur mit der Feile ausgeführt, wird von Leonardo mittels Maschinen (s. S. 22) und Schneideisen zweckmäßig gehandhabt.

Sehr merkwürdig ist es, daß wir bei Leonardo öfters das Pendel in Verbindung mit einem Räderwerk finden, so daß wir zu der Annahme berechtigt sind, der Meister habe die Schwunggesetze des Pendels gekannt und sie bei einem Zählwerk — einer Pendeluhr — anzuwenden versucht. Auch die Lagerung eines Kompasses in schwebenden Ringen, wie sie noch heute gebräuchlich, leider aber nach Cardano benannt ist, sehen wir bei Leonardo. Ganz modern erscheint bei ihm ein Drahtseil und die vom Drahtseil abgeleitete biegsame Welle, wie sie zum Beispiel heute die Zahnärzte zwischen ihrer Bohrmaschine und dem in den Mund eingeführten Bohrer benutzen. Leonardo ist auch der Erfinder des Proportionalzirkels, mit dem man eine Zeichnung ohne weiteres in einem beliebigen anderen Maßstab vergrößern oder verkleinern kann.

Unzählig sind die Entwürfe zu Maschinen bei ihm.

Da sehen wir große Anlagen für die Nadelfabrikation, für Tuchscherereien, Drehbänke mit Tretvorrichtungen, Spiegelschleifma-

schinen, sogar den Anfang einer Schnelldruckpresse mit selbsttätiger Hin- und Herbewegung des Drucktisches. Um Kugeln zu gießen, verwendet Leonardo bereits Formmaschinen. Um Münzen gleichmäßiger herzustellen, konstruiert er für die Münzstätte von Rom besondere Münzstempel. Gegen diejenigen, die das Perpetuum mobile erfinden wollten, zieht Leonardo energisch los und nennt ihr Bemühen bäurisch, tölpelhaft.

Die Naturvorgänge hat der große Mann mit scharfem Auge ergründet und zu ihrer Erkenntnis besonders die induktive Methode, das Experiment, durchgeführt. Wäre, wie gesagt, sein gesamter Nachlaß nicht unbeachtet geblieben, so würde sich der Ruhm eines Galilei, eines Newton und mancher anderer bedeutender Physiker verdunkelt haben.

So aber ruhten Tausende Ideen unbeachtet und unverwertet in den Bibliotheken und uns können sie heute nur noch mit Bewunderung für ein mutiges und stilles Schaffen in einer Zeit geistiger Knechtung und tiefen Aberglaubens erfüllen. Als Anregungen eines universellen Geistes werden sie, wenn sie allgemein zugänglich sind, noch lange einzig aus der Weltliteratur hervorleuchten[24]).

Der erste, der den Maschinenbau getrennt von den Kriegswissenschaften behandelte, war der Italiener Vanuccio Biringuccio im Jahre 1540. Das Werk[25]) erlangte in vielen Druckausgaben über hundert Jahre lang eine große Verbreitung. In Deutschland folgte ihm das besonders für den Bergbau geschriebene, 1556 im Druck erschienene Buch des inzwischen verstorbenen Mineralogen Georg Agricola[26]).

Jaques Besson, ein Ingenieur des Königs von Frankreich und in diesem Amte vermutlich ein Nachfolger von Leonardo da Vinci, eröffnet mit seinem 1578 nach seinem Tode erschienenen Maschinenbuch[27]) die Reihe der technologischen Prachtwerke. Sie legen mehr Wert auf die zeichnerische Darstellung als auf den Text. Auch ist das Dargestellte meist mehr eigenartig als praktisch zu bezeichnen. Immerhin ist ihr Inhalt von großem Wert, denn er läßt die Vielseitigkeit und die Vertiefung der alten Maschinenbauer erkennen. 1595 erschien Bessons Werk auch deutsch.

Von den Nachfolgern Bessons sind besonders zu nennen: Ramelli 1588, Lorini 1597, Zonca 1607, Zeising 1613, de Caus 1615, Verantius 1617, Strada 1618, Branca 1629 und Böckler 1661[28]). Außer den Genannten haben noch manche andere Männer über Maschinenbau geschrieben, doch würde es zu weit führen, diese hier alle aufzuzählen. Es handelt sich bei derartigen gelegentlichen Beschreibungen meist auch nur um einzelne Maschinen oder Apparate, nicht um zusammenfassende Darstellungen des Maschinenbaues.

Die vorhin genannten handschriftlichen oder gedruckten Werke sind heute über die Bibliotheken aller Kulturstaaten verstreut. Nicht eine Bibliothek der Erde besitzt alle wichtigen Werke zugleich und deshalb ist das Studium in ihnen ungemein erschwert. Der einzige, der bisher all diese Werke kennen lernte, war Max Jähns, doch

leider stellt es sich immer mehr heraus, daß Jähns entweder die Werke ungenügend beschrieben oder gar den Inhalt verschiedener Arbeiten miteinander verwechselt hat[29]). Einige Handschriften und die wichtigsten Druckwerke hat Theodor Beck auszugsweise veröffentlicht, jedoch nur insoweit, als sie Maschinentechnisches enthalten. Jähns und Beck stehen mit ihren Arbeiten insofern vereinzelt da, als sie sich an eine Literatur wagten, für die man bisher kein rechtes Unterkommen wußte. Denn bis in die jüngste Zeit gab es eine Geschichte der mechanischen Technik im Altertum und Mittelalter nicht einmal dem Namen nach. Noch viele der wichtigsten Hand- oder Druckschriften der alten Techniker stehen heute in unseren Bibliotheken unter den kuriosen, artistischen, wunderlichen oder vermischten Büchern. Man glaubt einfach nicht an eine entwickelte Technik des Maschinen- und Apparatenbaues im Altertum und Mittelalter. Man hält jene alten Werke für Niederschriften müßiger Gelehrten. Und doch kann es nur auf grobe Unkenntnis des Inhalts dieser Bücher zurückgeführt werden, wenn man die Verfasser für Phantasten hält. Ich gebe zu, daß nicht alle Maschinen und Apparate ausgeführt worden sind, ich erkenne aber aus dem Geist jener alten Ingenieure, daß sie imstande waren, die dort aufgezeichneten Ideen auszuführen, wenn man es verlangt hätte. Wir wissen eben viel zu wenig, was ein Ingenieur damals alltäglich tat, um beurteilen zu können, wozu er bei Anspannung aller Kräfte und bei Anwendung aller Mittel fähig gewesen wäre. Wenn allerdings heute noch ein namhafter Philologe bezweifelt, daß die Römer die Schraube gekannt hätten, und ein nicht unbekannter Kunstschriftsteller die Lehre aufstellt, dem frühen Mittelalter sei die Feile unbekannt gewesen, dann darf man sich nicht wundern, daß man von der Ingenieurkunst jener Zeiten im Maschinenbau keine gute Meinung hat.

Die Indienststellung[30]) der Ingenieure geschah jahrhundertelang nur bei Bedarf. Später wurden sie „Staatsbediente", das heißt Beamte, denen die verschiedensten technischen Aufgaben zufielen. Neben der Erbauung von Festungen leiteten sie auch das Zivilbauwesen, Vermessungen, Stromregulierungen, Meliorationen und ähnliche Arbeiten. Weil man in die damaligen Heere mit Vorliebe Ausländer einstellte, findet man auch die meisten Ingenieure aus fremden Staaten kommend. Hatte früher der deutsche Kriegsbaumeister in hohem Ansehen gestanden, so herrschte im 16. Jahrhundert der Italiener vor, der im 17. Jahrhundert durch den Holländer und im 18. durch den Franzosen abgelöst wurde. Nur die höheren Ingenieure führten einen militärischen Titel, gewöhnlich im Rang eines Generalquartiermeisters. Selbst noch im 18. Jahrhundert findet man jüngere Ingenieure höchstens als Leutnant oder Fähnrich bezeichnet. In Preußen gab Friedrich Wilhelm I. im Jahre 1727 dem damaligen Oberstleutnant von Walrave den Auftrag, eine Rangliste der Ingenieure anzufertigen. Daraufhin wurde durch Erlaß, datiert Potsdam,

21. März 1719, das Korps der Ingenieurs auf einen festen Fuß gestellt. Durch weitere Erlässe vom 19. Mai und 3. August regelte der König die Pflichten und Rechte des Kommandeurs, und vor allen Dingen trennte er den Zivil- und den Militäringenieur. Die Ingenieure sollten nicht gleichzeitig Baumeister der Kammer sein, „entweder das eine oder das andere". Also hat der heutige Zivilingenieur in Preußen seinen Ursprung dem strengen, aber energischen Vater des alten Fritz zu verdanken.



Abb. 14. „Der Ingenieur." Nach einem Stich von 1751.
(Aus „Die Fehler des Menschen".)

In Österreich schrieb noch im Jahre 1710 Prinz Eugen an den Kaiser: „Man besitzt in der kaiserlichen Armee nicht einen einzigen Ingenieur, der eine Festung zu bauen versteht. . . . Da man die Ingenieure nicht bezahlt, so sind sie entweder aus Mangel wirklich zugrunde gegangen oder haben sich, um dem Verderben zu entgehen, in andere Staaten gewendet." Um dem empfindlichen Mangel an guten Ingenieuren abzuhelfen, errichtete Karl VI. auf Anregung des Prinzen Eugen im Jahre 1717 eine Ingenieurschule zu Brüssel und am 1. Januar 1718 zu Wien eine Ingenieurakademie. Aus der letztgenannten Anstalt, die von bereits angestellten kaiserlichen Offizieren wegen der Vorträge in Arithmetik, Mechanik und Militär-

architektur besucht wurde, ging in der Folge die Genie- und nachmalige Technische Militärakademie hervor. Von dieser Zeit an datiert die Entstehung des österreichischen Ingenieurkorps.

In Bayern gab es zu Anfang des 18. Jahrhunderts Ingenieure beim Generalstab und beim Artilleriestab. Am 16. Dezember 1771 wurde ein Korps gebildet.

In Sachsen wurden die Ingenieure 1730 zu einem Korps formiert, das aus 10 Stabsoffizieren, 13 Capitaines, 18 Ingenieurs und 4 Konducteurs bestand. In Frankreich gab es bereits im 17. Jahrhundert für die Offiziere beliebiger Waffen, die sich für den Belagerungskrieg und Festungsbau interessierten und eigneten, ein Ingenieurpatent. Sie erhielten dadurch die Berechtigung, überall, wo es die Ausübung von Ingenieurarbeiten galt, deren Leitung zu übernehmen. Im übrigen blieben sie bei ihrer Waffe und wurden in dieser befördert. Als man später ein geschlossenes Ingenieurkorps bildete, entwickelte sich in ihm ein so strenger Kastengeist, daß er zu einer Isolierung führte und die Entwicklung hemmte.

In diese Zeit fällt auch die Verwechslung der Sprachstämme ingigno und ingenium. Ein ehemaliger Kapuzinerpater namens Lachesnaie war in den Dienst des Journalisten Desfontaines getreten und hat für diesen im Laufe der Zeit umfangreiche Diktionäre über die verschiedensten Wissenszweige zusammengestellt. Begreiflicherweise ist keine Spur von Selbständigkeit in diesen Werken, weder Urteil noch Geschmack. Es sind Fetzen aus allen möglichen französischen Werken ohne Kritik zusammengestellt, so daß sich die Artikel oft widersprechen. In dem militärischen Diktionär von Lachesnaie, der 1742 zu Lausanne herauskam, sind die Ingenieure als „génie“ bezeichnet. Seit jener Zeit spricht man kurzweg von den Genietruppen.

Die Gründung unserer heutigen Technischen Hochschulen ging getrennt von den militärischen Ingenieurschulen vor sich. Am 17. April 1745 wurde in Braunschweig nach den Plänen des Abtes Jerusalem zum erstenmal eine Lehranstalt für andere als die Universitätsfächer, vornehmlich für technische Fächer, gegründet. Aus dieser Hochschule, die mit drei Schülern eröffnet wurde, ging die heutige Technische Hochschule in Braunschweig hervor. Der Gründer dieses ältesten Polytechnikums war der Vater des unglücklichen Jerusalem, dessen Schicksal sich Goethe als Vorbild für den tragischen Ausgang von Werthers Leiden nahm. „Das Publikum,“ sagt Jerusalem, „hat einmal gewissen Wissenschaften besondere Vorzüge eingeräumt; und wir Gelehrten, die wir diesen wichtigen Ehrentitel uns dadurch erworben haben, sind seit undenklichen Jahren in dem Besitze, uns einbilden zu dürfen, als wenn wir allein die Stützen der menschlichen Gesellschaft wären, und daß außer unsern vier Fakultäten weder Heil noch Vernunft zu suchen sei. Wir behalten aber Ehre genug, wenn wir gleich unsern Nächsten, die in andern Ständen leben, einen Teil, und wenn es auch die Hälfte wäre, davon überlassen. Die-

jenigen, welche in den größten Welthändeln der Welt nutzen, die mit Einrichtung gemeinnütziger Anstalten, der Handlung, der Verbesserung der Naturalien, Vermehrung des Gewerbes und der Haushaltung, das ist die Landwirtschaft, umgehen, die sich auf mechanische Künste legen, die zu Wasser und zu Lande, über und unter der Erde das gemeine Beste zu suchen, machen einen ebenso wichtigen Teil des gemeinen Wesens als die Gelehrten aus. Und dennoch hat man bei allen Unkosten, die man auf die Einrichtung der Schulen und Akademien verwandt hat, für diese bisher so wenig und oft gar nicht gesorgt." Nachdem inzwischen Frankreich mit der Gründung von technischen Fachschulen begonnen hatte, folgte 1770 in Wien die Errichtung der Realakademie St. Anna, aus der das heutige Wiener Polytechnikum hervorging.

In der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts wurden im deutschen Sprachgebiet die heutigen Technischen Hochschulen zu Graz (1814), Berlin (1820), München (1823), Karlsruhe (1825), Darmstadt (1826), Dresden (1828), Stuttgart in Nürnberg (1829) und Hannover (1831) gegründet.

Ungerechnet die zahlreichen Hochschulen für einzelne technische Fächer haben wir heute in allen Kulturstaaten zusammen über 70 Technische Hochschulen.

Zum Schluß noch einiges über den Ursprung unserer großen technologischen Sammlungen. Sie lassen sich bis auf die Tempelsammlungen des Altertums zurückverfolgen, denn, was als besonders merkwürdig betrachtet wurde, besonders was der Einfall eines Einheimischen in abnormer Form entstehen ließ, wurde in den Tempeln der Gottheiten aufgehoben. Später waren es die Fürstenhöfe, die Schlösser der Reichen, die in ihren „Kunstkammern" solche Merkwürdigkeiten vereinigten; denn was die Gelehrten sammelten, diente ihnen doch mehr zum Studium, oder in den Zeiten des tiefen Niedergangs der Wissenschaft zur Erhöhung ihres Ansehens bei der leichtgläubigen Masse. Man kann die Sammlungen der Gelehrten darum im allgemeinen wohl mehr als Naturalienkabinette bezeichnen. Von mechanischen Kuriositäten am Hofe von Byzanz werden wir noch im Abschnitt über die Automatenwerke hören. Manches eigenartige Werk der Technik wird gelegentlich in den gedruckten Zusammenstellungen größerer Naturaliensammlungen aufgeführt. Einer der ersten Sammler, die sich eingehend mit technischen Dingen beschäftigten, war der Franzose Grollier de Servière. Er brachte ums Jahr 1620 allerlei Globen, Sonnenuhren und Räderuhren, außerdem Modelle von Wasserwerken, Transportmitteln, Schiffbrücken, Leitern usw. zusammen. Im Jahre 1719 wurde dieses eigenartige Museum von seinem Enkel beschrieben. Einer der ersten Ingenieure, die sich bei ihren Vorträgen einer größeren Modellsammlung bedienten, war Joseph Furttenbach, ein geborener Schwabe, der seit 1660 in Augsburg als Lehrer des Bau- und Ingenieurwesens tätig war. Die Franzosen schufen im Jahre 1794 ihre großes „Con-

servatoire national des arts et métiers", die Österreicher 1811 in Graz ein Museum für Physik, Chemie und Technologie. 1850 wurde in Stuttgart ein Gewerbemuseum errichtet und im folgenden Jahr entstand aus den Überschüssen der Londoner Weltausstellung das herrliche „Victoria and Albert Museum" in South Kensington. Das erste große Industriemuseum auf dem europäischen Festland wurde nach dem Londoner Vorbild im Jahre 1864 zu Wien eröffnet.

Am 5. Mai 1903 regte Ingenieur Oskar von Miller in München die Gründung eines „Museums von Meisterwerken der Naturwissenschaft und Technik" an, ein Vorschlag, der sogleich begeisterte Aufnahme fand. Dank der Mitwirkung der deutschen Industrie haben wir in den wenigen Jahren in der Isarstadt eine Stätte für die Geschichte der Technik und der Naturwissenschaften geschaffen, die sich selbst mit den alten Schwestergründungen wie London und Paris messen darf.

Die technischen Weltwunder der Alten[1].

Von alters her spielt die Zahl sieben im Leben der Völker eine wichtige Rolle. Wir dürfen uns daher nicht wundern, daß uns die Griechen neben ihren sieben berühmten Weisen auch sieben Weltwunder überliefert haben — nicht die Weltwunder selbst, die sind mit Ausnahme der Pyramiden bereits den Weg allen Staubes gegangen — sondern die Kunde von sieben über die Maßen merkwürdigen Bau- und Bildwerken.

Im Grunde ist es das Kolossale und Übertriebene in der Form und Ausführung, was den Weltwundern ihren Ruhm eintrug. Ein feinerer Sinn, der weniger das Äußerliche und Massenhafte, als das Innere und Durchgeistigte schätzt, würde unter den Weltwundern ganz andere Dinge aufzählen als die Pyramiden, die Hängenden Gärten der Semiramis, den Tempel der Artemis in Ephesus, die Zeusstatue des Pheidias in Olympia, den Koloß von Rhodos, den Pharus zu Alexandria, das Mausoleum in Halikarnassos. Abgesehen von den Pyramiden, die das größte Alter für sich in Anspruch nehmen können, sind die Wunderwerke der Alten Erzeugnisse von niedergehenden, über den Höhepunkt hinaus gelangten Kulturen; es sind Epigonenwerke, die sich in gewaltigen Ausmessungen und in überladener Pracht genug tun. Aus Zeiten, denen die feinste Blüte des Geistes und Geschmackes nicht mehr eigen war, stammt auch die literarische Zusammenstellung der sieben Wunderwerke, und aus einer späteren Zeit, da die Arbeiten der Renaissance, Forschungsreisen und Naturwissenschaften den Büchermachern reichen Stoff zum Spekulieren boten, stammt der Versuch eines Gelehrten, die Weltwunder zu rekonstruieren. Dieser äußerst vielseitige Mann, Athanasius Kircher, war in der Nähe von Fulda im Jahre 1601 geboren und kam bei den Jesuiten als Missionar weit auf Reisen herum. Eine stattliche Reihe schwerer Foliobände, die durchweg mit prächtigen Kupferstichen geschmückt sind, ging aus seiner Feder hervor. Besonders reizte es ihn, das Geheimnisvolle, das Wunderbare darzustellen. Außer seinem Buch über die Weltwunder, dem die meisten dieser Abbildungen entnommen sind, schrieb Kircher Folianten über die Arche Noah, über die Obelisken, über den Magnetismus, über die unterirdische Erde und über das Licht. Mit ge-

waltiger persönlicher Autorität zwang er seinen Zeitgenossen seine Anschauungen auf, und bis in die Gegenwart hinein haben darum manche seiner Ansichten Geltung behalten[2]).

Auch über das Äußere der Weltwunder kam erst die kritische Gegenwart zu anderer Auffassung. Dauernd bereichert haben die sieben Wunderwerke der alten Welt unsern Sprachschatz. Unter Mausoleum versteht man jedes fürstlich ausgeführte Grabdenkmal. Die Ausdrücke kolossal und pyramidal leiten sich vom rhodischen Koloß und den Pyramiden her, das geflügelte Wort des herostra-



Abb. 15. Pyramiden und Obeliske. Nach Martin de Vos († 1604).
(Kupferstichkabinett, Berlin.)

tischen Ruhms entstand, weil Herostratos den Tempel zu Ephesus verbrennen ließ, und nach dem Leuchtturm auf der Insel Pharos benennen noch heute manche Sprachen die Leuchttürme. Die Gold- und Elfenbeinstatue des olympischen Zeus aber hat wohl jenen Brauch bestimmt, nach dem man gewisse hervorragende Personen, z. B. Goethe, „Olympier" nennt.

Mindestens fünftausend Jahre alt oder gar älter sind die Pyramiden[3]), eigentlich Mausoleen, Grabdenkmäler der altägyptischen Könige. Die meisten und größten stehen in Unterägypten westlich vom Nil; vom Leichentuch des Wüstensandes bedeckt, sind dort

noch von 67 solchen Bauwerken die Spuren nachzuweisen. Die größte unter ihnen ist die des Königs Cheops oder Chufu. Sie war ursprünglich an der Basis 233 Meter breit und 146,5 Meter hoch; jetzt sind die entsprechenden Maße jedoch nur noch 227,5 und 135,2 Meter. Der Dichter-Ingenieur Max von Eyth hat in einem seiner Romane[4]) den jüngsten Streit um dies altehrwürdige Bauwerk anziehend geschildert. Zwei Söhne Albions, der Verleger Taylor und der schottische Staatsastronom Smyth, hatten allerlei Geheimnisse in den Ausmessungen dieser Königsgrabstätte herausgefunden: die doppelte Höhe des Bauwerks stehe zu seinem Umfang im gleichen Verhältnis wie der Kreisdurchmesser zum Kreisumfang. Haben etwa die Architekten der Ägypter vor über 4000 Jahren schon die Ludolfsche Zahl (3,14159) bis auf die fünfte Dezimalstelle genau gekannt? Als Maßeinheit erfanden jene findigen englischen Forscher einen besonderen „Pyramidenmeter". Mit der Zahl der Tage eines Jahres multipliziert, ergibt sich so die Seitenlänge der Pyramide. Diese stellte sich als zehnmillionster Teil der halben Erdachse heraus. Also hätten die alten Ägypter lange vor Pythagoras um die Kugelgestalt der Erde gewußt, und genau so, wie man zur Zeit der französischen Revolution den vierzigmillionsten Teil des Erdmeridians zum Metermaßstab nahm, vor viertausend und mehr Jahren den zwanzigmillionsten Teil der Erdachse zur Maßeinheit genommen? Weiter fanden Taylor und Smith, daß die milliardenfache Höhe der Pyramide dem Abstand der Erde von der Sonne gleichkomme. Sieht das nicht so aus, als hätten die Pyramidenerbauer eine genauere Kenntnis von jenem Sonnenabstand gehabt als selbst Kopernikus und Kepler? Tatsache ist es jedenfalls, daß die Verlängerung des in das Innere der Pyramide führenden Ganges nach außen hin auf eine Himmelsstelle weist, an der vor 5000 Jahren der damalige Polarstern gestanden hat. Dieser Umstand läßt vermuten, daß die Pyramide nach astronomischer Orientierung gebaut wurde. Auch Ausmessungen im Innern ergaben verblüffende Zahlenverhältnisse. Man fand Beziehungen zum spezifischen Gewicht der Erde, das doch erst jüngst festgestellt wurde. Multipliziert man das Gewicht der Pyramide mit 10^{15}, so erhält man das Gewicht der Erde. Daher wähnten jene britischen Forscher, daß diese Pyramide nicht ein Grabdenkmal, sondern eine Verewigung wissenschaftlicher Feststellungen und ältester Maßeinheiten gewesen sei. Die Ägypter hätten vor mehr als 4000 Jahren von Erde und Sonne bereits gewußt, was erst das 19. Jahrhundert feststellen konnte. Weil jedoch das älteste Lehrbuch der Mathematik, der ägyptische „Papyrus Rhind", aus der Mitte des zweiten vorchristlichen Jahrtausends nur sehr unbehilfliche Anfänge zum Rechnen zeigt, ist es sehr unwahrscheinlich, daß tausend Jahre früher die ägyptischen Priester im Besitz eines weit höheren Wissens waren[5]).

Die Hängenden Gärten von Babylon[6]), deren Schöpferin die sagenhafte Königin Semiramis gewesen sein soll, verdanken den märchen-

haften Angaben griechischer und römischer Schriftsteller ihren Weltruhm. Neuerdings vorgenommene Ausgrabungen ergaben die starke Übertreibung und phantastische Ausschmückung jener Berichte. Babylon, die Riesenstadt, die man sich nach den irreführenden Mitteilungen der klassischen Schriftsteller rekonstruieren möchte, wie es z. B. im 17. Jahrhundert der Schriftsteller Kircher getan, schrumpfte bei näherer Prüfung der keilinschriftlichen Überlieferung auf ein Fünfzigstel der alten Flächenangabe zusammen. Wie viel Phantasie mag da in den



Abb. 16. Die hängenden Gärten. Nach Martin de Vos († 1604).
(Kupferstichkabinett, Berlin.)

klassischen Überlieferungen von ungeheuer hohen und breiten Mauern, von den hundert Toren usw. stecken? Doch ist es natürlich, daß die Griechen, die im 5. oder 6. Jahrhundert vor unserer Zeitrechnung als Forscher oder Kaufleute nach der uralten Kulturmetropole am Euphrat kamen, dort die mächtigen Palastbauten und Bildwerke, die Größe und Pracht der Stadt gewaltig anstaunten und in der Heimat beim Erzählen noch um ein gutes Stück übertrieben. Die neueste Forschung glaubt, die Hängenden Gärten der Semiramis in einer Palastanlage des Königs Nebukadnezar gefunden zu haben. Dieser Herrscher, der von 605—561 v. Chr. regierte, hatte sich be-

reits zwei große Paläste erbaut, als er, mit diesem Luxus noch nicht zufrieden, dort, „wo sich die Backsteinmauer dem Herankommen des Nordwindes nähert“, ein drittes Schloß errichtete. Zwischen einigen ärmlichen Dörfern birgt der im Norden gelegene Hügel „Babil“ die Grundmauern jenes Königsschlosses, die ehemals über 30 Meter die Erde überragten. Darauf erhob sich auf breiter Plattform luftig der Palast, dem vom König, wie die Keilinschriften überliefern, die Bezeichnung: „Es lebe Nebukadnezar, ein hohes Alter



Abb. 17. Der Tempel zu Ephesus. Nach Martin de Vos († 1604).
(Kupferstichkabinett, Berlin.)

erreiche der Ausschmücker von Esagula“ beigelegt war. „Es kann kaum ein Zweifel sein,“ schreibt Weißbach[7]), „daß die Anlage die gleiche war, die die Griechen als die Hängenden Gärten der Semiramis beschrieben haben.“ Auch H. Rassam[8]) glaubt, hier noch Reste von Brunnenschächten gefunden zu haben, durch die das Wasser auf die Höhe der Terrasse gehoben worden sei. Gegenwärtig werden die Ziegel der ehemaligen Prunkherrlichkeit als Material zu einem Euphratwehre verwendet. Zeichen der Zeit! Laut gepriesene Weltwunder der Alten zu stillen Wunderwerken der Neuzeit!

Im Jahre 336 v. Chr., in der gleichen Nacht, da Alexander der

Große geboren wurde, setzte der berüchtigte Herostratus den Tempel der Artemis in Ephesus in Brand[9]). Es muß ein närrischer Kauz gewesen sein, dieser vielleicht mit Unrecht von der Nachwelt gebrandmarkte Herostratus, der in einer Zeit, da die Gebildeten doch längst über den Götterglauben hinausgewachsen sein mußten, den Zeitgenossen bewies, wie wenig Furcht er vor diesen Göttern hatte. Im Grunde vielleicht wollte er nur ähnlich wirken wie die Sendboten des christlichen Glaubens in Germanien, die doch auch so manche alte, ehrwürdige und heilige Eiche des Donar fällten. Herostratus, der dies allzu drastische Mittel, gleich einen ganzen Tempel in Flammen zu setzen, zur Aufklärung wählte, traf ein grausamer Tod, und es ward beschlossen, daß sein Name aus der Geschichte getilgt werde. Genutzt hat der Beschluß nichts.

Das Artemision, dessen Erbauung während 120 Jahren ungeheure Geldmittel erfordert hatte, erstand nach seiner Einäscherung auf Betreiben der kleinasiatischen Griechen in solcher Pracht und Größe, daß es fortan zu den sieben Wunderwerken gezählt wurde. Der Tempel war viermal größer als der athenische Parthenon, seine Säulen im unteren Teil des Schafts mit Reliefs geschmückt. Von Gold und Edelsteinen glänzte das Bauwerk. Die 127 Säulen waren eine Erinnerung an die 127 Fürsten, die sich — in Wirklichkeit wohl ihre Untertanen — durch das Bauen arm gemacht hatten. Von dem Ruhm der großen Diana oder Artemis der Epheser berichtet auch das Neue Testament, und erst Konstantin der Große zerstörte ihren großen Tempel.

Als idealste Darstellung des himmlischen Zeus galt den Griechen die Kolossalstatue, die Pheidias, der berühmte Bildhauer, der Freund des Perikles, in Olympia, dem Orte der bedeutendsten Nationalspiele der Griechen, geschaffen hatte. Auf einem Sockel von 12 Fuß Breite erhob sich die 40 Fuß hohe Götterfigur. Nach einem Verse der homerischen Iliade[10]) hatte der Künstler den obersten Gott dargestellt: in mächtigen Locken wallte das Haupthaar von der Mitte der Stirn ansteigend mähnenartig zu beiden Seiten herab, zusammen mit dem gelockten Bart das milde Antlitz, die mächtig vorgewölbte Stirn umrahmend. Der Körper mit der breitgeformten Brust bestand aus Elfenbein, das bis auf die Hüften niedergesunkene Gewand aus Gold. Mit der Rechten hielt der Gott die Erdkugel, in der Linken das Zepter mit dem Adler auf der Spitze, das als ein Sinnbild der Erde aus mannigfaltigen Erzen zusammengeschmiedet war. Die Lehne des Thrones umtanzten rechts und links Horen und Grazien. Siegesgöttinnen standen zu den Füßen des Götterbildes, und mancherlei Bildwerk schmückte den Thron. Nach dem Bericht des Schriftstellers Strabo freilich stand das von Elfenbein, Gold, Ebenholz und Edelgestein strotzende Bildwerk in keinem Verhältnis zu seinem Tempelgemach, und hätte sich Vater Zeus einmal erhoben, so wäre er zweifellos an die Decke gestoßen; zu einem solchen Weltwunder ist's allerdings niemals gekommen.

Eine Kolossalstatue des Sonnengottes, des Helios, hatten die Rhodier in ihrem Koloß, einem Bildwerk von 34 Metern Höhe, das nach dem Bericht der Alten über dem Eingang zum Hafen errichtet war[11]). Chares, ein Künstler aus Lindos, der Schüler des Bildhauers Lysippos, hatte die Statue in Metall gegossen und ums Jahr 285 v. Chr. nach zwölfjähriger Arbeit vollendet. Ein Erdbeben stürzte das Wunderwerk schon ein halbes Jahrhundert später samt einem Teil der Stadt um, und das Standbild wurde auf einen Orakel-



Abb. 18. Die Zeusstatue zu Olympia. Nach Martin de Vos († 1604).
(Kupferstichkabinett, Berlin.

spruch hin nicht wieder aufgerichtet. Als die Araber im 7. Jahrhundert n. Chr. die Insel Rhodos eroberten, verkaufte der mohammedanische Feldherr die Koloßtrümmer an einen Juden von Edessa, der zur Wegschaffung des Erzes 900 Kamele benötigte. Ein ehemaliger Sonnengott auf Kamelen verladen — ist auch ein Witz der Weltgeschichte.

Unter den wenigen Leuchttürmen[12]) des Altertums war der berühmteste der zu Alexandria, nach einer kleinen, durch einen Damm mit dem Festlande verbundenen Insel, auf der er stand, Pharus genannt. 283 v. Chr. wurde das angeblich 170 Meter hohe Bau-

werk von Sostratus, einem Baumeister aus Knidos, vollendet. Nicht weniger als 800 Talente, etwa 3800000 Mark, soll es gekostet haben. Der Pharus erhielt sich bis zum Anfang des 14. Jahrhunderts; wann und wie er zerstört wurde, ist unbekannt.

Unsere Aufzählung der sieben Weltwunder der Alten hatten wir mit Grabdenkmälern, mit den Pyramiden, eröffnet, dann eine Palastanlage — die Hängenden Gärten von Babylon — weiterhin drei Götterbilder, das Artemision, die Zeus- und die Heliosstatue,



Abb. 19. Der rhodische Koloss. Nach Martin de Vos († 1604).
(Kupferstichkabinett, Berlin.)

zuletzt einen Leuchtturm vorgeführt. Wir schließen die Reihe, dem Eingang entsprechend, wieder mit einem Grabmal, das dem Fürsten Mausolos von Karien seine Gattin Artemisia um 350 v. Chr. errichten ließ[13]). Auf einem massiven Unterbau von mehr als 140 Meter Umfang erhob sich, von Säulen getragen, zur Höhe von 50 Metern ein tempelartiger Bau. Eine weit gewölbte Kuppel bildete das Dach, ein Säulengang umgab den Wunderbau, der im 13. Jahrhundert durch Erdbeben zerstört wurde und den Johanniterrittern einige Zeit später das Material zum Bau eines Kastells lieferte. Im Jahre

1857 grub der Engländer Newton noch zahlreiche Reste von Statuen und Reliefs aus.

Die sieben Weltwunder, von denen die Alten berichten, befinden sich im östlichen Küstengebiet des Mittelländischen Meeres. Hätten die griechischen Geschichtsschreiber damals engere Beziehungen zum europäischen Norden, zum asiatischen Süden gehabt, dann wären wohl noch andere Bauten als Wunderwerke berühmt geworden. Nahe bei Salisbury, auf der britischen Insel, liegt der uralte Sonnentempel, dessen Reste uns als „Stonehenge" bekannt sind [14]), und im



Abb. 20. Der Leuchtturm von Alexandrien. Nach Martin de Vos († 1604). (Kupferstichkabinett, Berlin.)

heißen Indien steht nahe Delhi eine heilige Eisensäule, so groß, daß selbst unsere Zeit sie kaum anzufertigen imstande wäre [15]).

Mit Ausnahme der Pyramiden sind die sieben Wunderwerke zerstört worden. Erz und Marmor, Stein und Elfenbein haben die Zeit nicht so überdauert wie die Geistesschöpfungen antiker Denker und Dichter, die von den Werken Kunde geben. Bereits Frontinus, der Vorsteher der großartigen Wasserwerke des alten Roms, sagte vor 1700 Jahren [16]): „Kann man mit diesen Wunderbauten der Wasserleitungen, die so vielen Bedürfnissen der Menschen dienen, die müßigen Pyramiden oder sonstige unnütze, obwohl durch Ruf ge-

feierte Werke vergleichen?" Wir sind also nicht die ersten, die den Nutzen des Wassers für eine Stadt höher anschlagen als einen Trümmerhaufen alten Gemäuers.

Häufig wird auch der Turm von Babel[17]) zu den Weltwundern gezählt. „Etemenanki, dessen Spitze in den Himmel reichen sollte" heißt er in den neuentdeckten Keilinschriften, von dem die alte Genesis sagt: „Wolauft/lasst vns eine statt vnd thurn bawen/des spitze bis an den himmel raiche/dass wir vns einen namen machen." Zum vornehmsten babylonischen Heiligtume des letzten Jahrtausend



Abb. 21. Das Mausoleum. Nach Martin de Vos († 1604).
(Kupferstichkabinett, Berlin.)

v. Chr., zum Tempel Esagila, dessen Grundmauern aus Lehm bis zu dreieinhalb Meter dick waren, gehörte „Zigguratu Etemenanki", der Stufenturm, das „Haus des Grundsteins von Himmel und Erde". Diese terrassenförmige Pyramide wurde mehrmals zerstört und wieder aufgebaut. Wer sie zuerst errichtete, ist nicht festgestellt, doch ihre Stätte gilt heute noch den nomadisierenden Arabern für heilig. Der Turm bestand aus sechs riesigen Stufen, deren Durchmesser nach oben zu abnahmen. Die unterste Stufe bestand aus einem Kern von lufttrockenen Ziegeln und einer mehrere Meter dicken Backsteinverschalung. Die Forschung ergab, daß die beiden untersten,



Abb. 22.



Abb. 23.

Der babylonische Turm. Nach A. Kircher, Turris Babel, 1679.

die mächtigsten Stufen, verschiedene, die vier oberen gleiche Höhe hatten. Auf der sechsten Stufe erhob sich das Heiligtum Gottes. Die Gesamthöhe der Zigguratu betrug etwa hundert Meter. Eins der vier Tore hieß Kamunkalamma, „das hehre Tor des Alls". Zum Heiligtum hinan führte entweder eine Rampe oder eine Treppe — genau ist es nicht festzustellen — da nur noch das weite Loch übrig blieb, in dem die Fundamente des Turmes standen. In Babylonien gab es fast in jeder größeren Stadt Stufentürme, die nicht nur religiösen Zwecken, sondern auch als Spähtürme der militärischen Sicherung dienten. Auch der mit der Religion jener Zeiten eng verknüpfte Sterndienst machte von diesen Höhen seine Himmelsbeobachtungen, denn die Plattform einer Zigguratu überragte alle sonstigen Bauten der Stadt und gab den ganzen Himmelsraum bis zum Horizont frei. Der biblische Bericht von dem Turmbau stammt wohl aus einer Zeit, da der Wiederaufbau der Zigguratu durch Krieg oder Geldnot zerstört war. Herodot verbreitete schon vor über 2300 Jahren in seinen Vorträgen und Schriften den Ruhm dieses Wunderwerks. Es gehörte zum Heiligtum des Belos und „war noch zu meiner Zeit zu sehen" erzählt er. „Und in der Mitte war ein Turm gebaut, ganz von Stein, eine Stadie lang und breit, und auf diesem Turm stand ein anderer, und auf diesem wieder ein anderer, und so acht Türme, immer einer auf dem andern. Auswärts aber, um alle Türme herum, ging eine Wendeltreppe hinauf, und wenn man die Treppe halb hinauf ist, da sind Ruhebänke angebracht, wo sich die hinsetzen und ausruhen, die hinaufsteigen. Und in dem letzten Turm ist ein großer Tempel, und in dem Tempel steht ein großes, schön bereitetes Bett, und daneben steht ein goldener Tisch. Die Leute erzählen auch, aber ich glaube es nicht, der Gott käme zuweilen in den Tempel und schlafe auf dem Bett." Später plante der große Alexander, den inzwischen wieder verfallenen Turm zu erneuern, damit der Bau seinen Namen der Nachwelt verkünde, doch der Tod des jugendlichen Helden hinderte die Ausführung. Zwischen Sage und Geschichte schwanken dann die Angaben über den Babylonischen Turm. Der schreibselige Athanasius Kircher widmete ihm ein dickes Buch, dem unsere beiden Abbildungen 22 und 23 entnommen sind. In großer Breite stellt er auch den Turm samt der Erdkugel dar und berechnet, um wieviel unser heimatlicher Stern aus dem Schwerpunkt gekommen wäre, wenn man diesen Bau „bis an den Himmel" vollendet hätte. Als arabische Antiquitätensucher vor zwanzig Jahren auf das unter dem Erdboden noch vorhandene Mauerwerk stießen, verdingte die türkische Regierung die Ausbeutung dieses „Steinbruchs" an einen Unternehmer, der hier auch gründlich aufräumte. Wo einst das stolze Babel gestanden hat, breiten sich jetzt Schutthaufen und Trümmerhügel aus; der Euphrat muß durch ein künstliches Wehr am Versiegen gehindert werden, und im alten Stadtgebiet kauern sich ein paar ärmliche Dörfer. Manche stolze Inschrift babyloni-

scher Herrscher ist in die Umgegend gewandert, um in irgendeinem Stall oder einer Lehmhütte mit Füßen getreten zu werden. Die biblische Erzählung von der Sprachverwirrung zwischen den Menschen, die den verwegenen Turm bauten, scheint auf eine falsche Volksetymologie zurückzugehen. Hebräisch heißt nämlich Balbel, das ähnlich wie Babilu, Babel klingt, soviel wie „verwirren“.

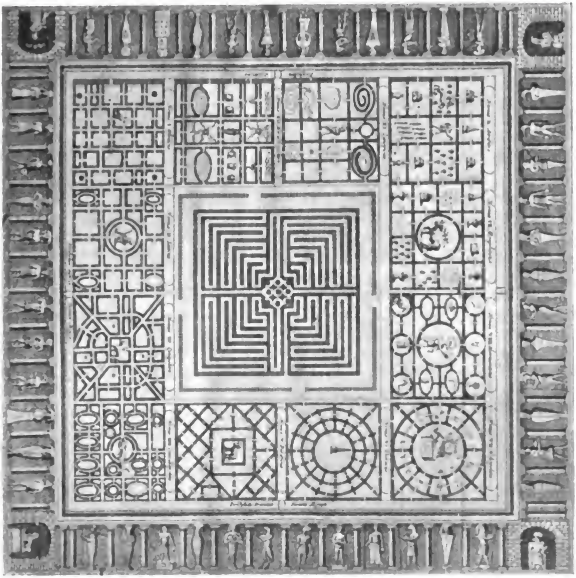


Abb. 24. Das Labyrinth auf Möris. Nach A. Kircher, Turris Babel, 1679.

Mit dem Wiedererwachen der Altertumswissenschaft im 17. Jahrhundert zerbrach man sich den Kopf darüber, wie die berühmten Labyrinthe[18]) des Altertums ausgesehen hätten. Besonders der genannte Athanasius Kircher gab sich viele Mühe, den Zweck und Bau jener alten Irrgänge zu erforschen. Das berühmteste Labyrinth des Altertums stand auf der Insel Möris in Ägypten. Es war von Amenemha III. ums Jahr 2200 v. Chr. ganz aus Marmor

erbaut, und es soll in seinem Innern 3000 Gebäude, die sich zu zwölf palastartigen Gruppen zusammenschlossen, enthalten haben. Abbildung 24 gibt das Bauwerk im Grundriß wieder. Innerhalb der reich mit Statuen geschmückten Umfassungsmauern sieht man im Kranz die Gebäude, die aus unzähligen Gemächern, Gärten und Laubhölzern aufs komplizierteste zusammengesetzt sind. Die Trennungsmauern dieser einzelnen Teile haben unzählige kleine Türen, so daß eine Orientierung in dem Ganzen fast unmöglich ist. Inmitten der zwölf Paläste liegt ein großer Irrgarten, der nur einen Eingang besitzt. Virgil spricht von einem andern „Kunstlabyrinth vormals in der felsigen Kreta, blinder Gewölb' Ausschweif' und tausendfache Verwicklung", das angeblich Dädalos für den Minotaur erbaut hatte. Auch dieses Bauwerk versuchte Kircher wiederzugeben. Auch auf der Insel Lemnos und in Italien gab es im Altertum Labyrinthe. Die Kircherschen Arbeiten hatten übrigens zur Folge, daß man die Labyrinthe auch in die französische Gartenbaukunst aufnahm. Besonders berühmt waren die Irrgärten zu Versailles und Scheveningen, sowie der unterirdische Höhlengang bei Maastricht, den man über zwei Meilen lang verfolgen konnte. Neuere Forschungen von Much, Wilser und Carus Sterne wollen zeigen, daß es auch Labyrinthe altgermanischen Ursprungs gibt. Nördlich vom Polarkreise, wo die Sonne lange Zeit nie untergeht, beschreibt sie am Himmel eine Spirale und kehrt am Sonnenwendepunkt auf dem gleichen Wege scheinbar wieder zurück. Diese Linien des allbelebenden Gestirns finden sich in den urgermanischen Spiralmotiven, besonders in Zieraten der Bronzezeit, wieder. Gleichfalls in den Trojaburgen, in denen die Sonnenfeste gefeiert wurden, ist der spiralförmige Sonnenweg wieder zu finden. Auch das Labyrinth auf Kreta wird als eine Sonnenburg der nach dem Orient wandernden Arier erklärt[19]).

Die Beförderung und Aufrichtung schwerer Körper im Altertum[1].

Es fehlt leider heute noch nicht an Stimmen, die den alten Kulturvölkern die Kenntnis besonderer Maschinen zuschreiben, mit deren Hilfe die Fortbewegung und Aufrichtung großer Holz- oder Steinlasten möglich gewesen wäre. Da uns aber weder die Keilinschriften der Assyrer oder Babylonier, noch die Hieroglyphen der Ägypter irgendeine Beschreibung hinterlassen haben, auf welche Weise die großen Steinblöcke und Säulen ihrer Bauten bewegt wurden, so kann man annehmen, daß die Art der Fortschaffung eine äußerst einfache war.

Am wahrscheinlichsten ist es, daß sich die Alten einer Methode bedienten, die noch heute von unkultivierten Völkern benutzt wird.

Von den frühesten Zeiten her sind die Völker mit der Errichtung von Erdwällen vertraut gewesen[2]. Diese Erdarbeiten, die wir von den Mountbuilders in Amerika und von den Erbauern der Tumuli und Ringwälle in Europa kennen, sind ein Beweis dafür, daß das Graben und der Transport von Erde im großen Maßstabe an vielen Orten, die weit voneinander entfernt sind, vor Jahrhunderten ausgeführt worden sind. Auf assyrischen und ägyptischen Bildern sieht man oft zahlreiche Figuren in verschiedenartigster Stellung, die etwas in Körben und Säcken tragen. Man nimmt an[3], daß dies Ton oder Erde gewesen sei, wovon schiefe Ebenen aufgeschüttet wurden, auf denen vermittels Rollen, und gezogen und geschoben von zahlreichen Menschen, große Steine auf ein im Bau begriffenes Werk hinaufgeführt werden konnten. Wie aber konnte nun ein solcher gewaltiger Stein zum Beispiel für einen Dolmen aufgerichtet werden? Dolmen sind Denkmäler der späteren Stein- oder der älteren Bronzezeit, die aus mehreren aufrechtstehenden Steinblöcken und einem oder mehreren flach darüberliegenden Steinen gebildet sind. Betrachten wir dazu die beiden nebenstehenden Abbildungen (25 u. 26). Nachdem der Stein auf runden Hölzern herbeigerollt war, in der gleichen Weise, wie wir noch heute schwere Lasten fortrollen, wurde er mittels Stricken und Hebebäumen eine schiefe Ebene hinanbefördert, die kurz vor der Stelle abbrach, wo der Stein senkrecht aufgerichtet werden sollte.

Im Jahre 1878 fand man[4]) auf der Insel Jersey außer vielen fertigen Dolmen auch einen, der nicht fertig geworden war. Die Seitensteine waren schon sämtlich errichtet, nur der ungeheuer große Deckstein lag noch auf einer schiefen Ebene nebenan, und zwar so,

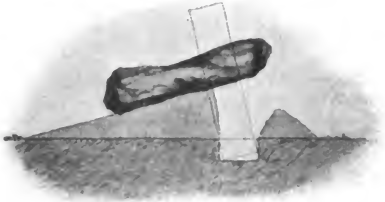


Abb. 25. Aufrichtung eines Steinblocks mittels schiefer Ebene. Nach „Globus" 1901.

daß er zur Hälfte über das Innere des Dolmens hinwegragte. Es war augenscheinlich ein Leichtes, mit Stricken, Rollen und einer genügenden Zahl kräftiger Männer den schweren Stein weiter fortzuschieben, so daß er auf die Randsteine zu liegen kam.

Man nimmt auch an[5]), daß die ägyptischen Pyramiden auf ähnliche Weise errichtet wurden. Zunächst wurden, wie Abb. 26 erkennen läßt, die Blöcke 1 bis 5 an ihren Ort geschafft, dann die schiefe Ebene A aufgeschüttet und so allmählich weiter fortgefahren,

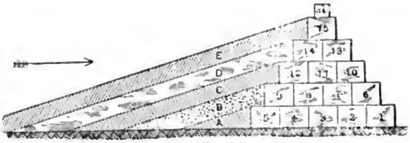


Abb. 26. Erbauung einer Pyramide mit Hilfe schiefer Ebenen. Nach „Globus" 1901.

bis der Schlußstein 16 längs der schiefen Ebene E hinaufbefördert werden konnte. War die Pyramide fertig, so wurde die Erde wieder entfernt und der Boden ringsum damit eingeebnet. Man rechnet aus, wie lange auf diese Weise der Bau der Cheopspyramide von Gizeh, der größten von allen, mit 150 Meter Höhe und 250 Quadratmeter Grundfläche gedauert habe. Es wurden zwei Steinarten beim Bau verwandt, Kalkstein und roter Granit. Der erstere wurde bei

El Massarah, 75 Kilometer von Gizeh, gebrochen, der rote Granit kam von Assuan, in der Nähe des ersten Kataraktes, also aus über 800 Kilometer Entfernung. Beide Steinbrüche lagen am Nil. Die Steinblöcke wurden auf Flößen bis zur Landungsstelle bei Gizeh gebracht, von hier auf Rollen und längs immer höher angeschütteten schiefen Ebenen bis nach Gizeh geführt. Die höchste schiefe Ebene muß eine Erhöhung von 20 Grad bei einer Länge von 750 Meter gehabt und über 7½ Millionen Kubikmeter Erde enthalten haben. Nimmt man an, daß ein Arbeiter im Durchschnitt 2½ Kubikmeter Erde an jedem Tag hinzutragen konnte, so könnte eine solche schiefe Ebene von 10000 Mann in 12 Monaten zu 25 Arbeitstagen fertiggestellt werden. Man weiß aber aus Inschriften, daß 100000 Mann 20 Jahre lang an dieser Pyramide gearbeitet haben sollen, mithin hätten diese Erdarbeiten nur einen verhältnismäßig geringen Zeitraum in Anspruch genommen. Wie groß die Steine waren, die vermittels dieser geringen Mittel bewegt wurden, mag die Statue von Ramses II., die bei 20 Meter Länge über 887 Tonnen wiegt, veranschaulichen. Sie ist aus einem einzigen Block roten Granits aus den Steinbrüchen von Assuan hergestellt, der dann 200 Kilometer weit fortgeschafft werden mußte, um in dem großen Tempel Ramses' II. Aufstellung zu finden.

Bei der Wiederherstellung des Tempels von Karnak in den Jahren 1895—1898, die der Franzose Legrain leitete, wobei oft 700 Fellahs an einem Tage beschäftigt wurden, hat Legrain auch schiefe Ebenen anschütten lassen, um die Deckblätter der Säulen, die ein Gewicht von 57200 Pfund hatten, sowie die schweren Kapitäle und die übrigen Werkstücke wieder an Ort und Stelle bringen zu können. So haben Fellahs in neuester Zeit in gleicher Weise vollendet, was ihre Vorväter zu Zeiten Usertsens I. im 25. Jahrhundert v. Chr. begonnen hatten.

Heben und Verschieben von Bauwerken[1].

Schon das Altertum unternahm schwierige Verschiebungen großer Lasten[2]. Tempelsäulen und Obeliske hatten oft gewaltige Abmessungen. Wie die Ingenieure der Alten derartige Lasten wegschafften und aufrichteten, ist uns aus dem Vorhergehenden bekannt. Sicherlich wußte aber das Mittelalter nicht mehr, wie man einst große Baulasten fortbewegte. Man spricht sogar neuerdings von einer „amerikanischen Art", Bauwerke zu bewegen.

Doch dieser Ruhm gebührt den Amerikanern, wie wir sehen werden, nicht.

Im Urkundenbuch der Altstadt Braunschweig lesen wir beim Jahre 1418, also vor fast 500 Jahren, die Nachricht, daß ein gewisser Hans von Holleghe „dat buw, dat in synem houe steyt", also den Bau, der in seinem Hofe steht, verschoben habe. Es wird weiter berichtet, daß dieses Gebäude, das der damaligen Bauart nach wohl von Holz war, eine Länge von 14 Spann, das ist etwa 21 Meter, hatte[3]).

Leonardo da Vinci, der große Maler und Ingenieur, schlug ums Jahr 1500 vor, die Kirche Santa Maria in Florenz um 300 Meter weit zu verschieben, und zwar wollte er sich hierzu nur der Kraft von Hebeln bedienen, also derselben Art, die wir noch heute verwenden[4].

Die Deutschamerikaner, die sich aus Deutsch und Englisch eine ganze Menge eigner Ausdrücke gebildet haben, sagen, wenn sie ein Haus verschieben, „das Haus wird gemovt". Das älteste große Bauwerk, das bewegt wurde und heute noch steht, und von dem wir die Technik der Fortbewegungsart kennen, ist der Obelisk auf dem Petersplatz zu Rom. Einst stand er im Land der Sonne, vor dem Tempel zu Heliopolis in Ägypten. Seine Anfertigung fällt in das Jahr 1866 v. Chr. Kaiser Caligula ließ ihn im Jahre 39 über das Meer kommen und in Rom durch 20000 Menschen aufrichten. Die Höhe dieser Steinsäule mißt 25,5 Meter. Ihr Gewicht wird auf 487500 kg geschätzt. Als die Vandalen Rom eroberten, stürzten sie viele Bauwerke um. Doch dieser riesige Obelisk widerstand ihren Angriffen. Nachdem aus seinem früheren Standort, dem Zirkus des

Cajus und Nero, im Lauf der Jahrhunderte der Platz hinter der Sakristei der damals noch unvollendeten Peterskirche geworden war, ließ Papst Sixtus V. ihn vor die größte Kirche der Christenheit bringen und dort aufstellen.

Schon mehrere Päpste wollten diese Arbeit ausführen lassen, doch es fehlte ihnen an einem Ingenieur, der sie hätte durchführen können. Sixtus V. berief zu der Arbeit den Italiener Domenico Fontana. Wie Fontana sich seines schwierigen Werks entledigte, hat er in einem mit prächtigen Kupferstichen ausgestatteten Werk selbst niedergeschrieben[5]). Am 24. August 1585 fand die erste Sitzung wegen der Verschiebung des Obelisken statt und es wurde ein Wettbewerb ausgeschrieben. Im September waren an 500 Personen aus aller Welt in Rom angekommen, die teils an Modellen, teils an Zeichnungen zeigten, wie sie sich die Fortschaffung der Riesenlast dachten.

Fontana erzählt hierüber: „Die meisten stimmten darin überein, daß der Obelisk aufrecht stehend zu transportieren sei, da man es für das Allerschwierigste hielt, ihn umzulegen und wieder aufzurichten. Einige wollten nicht nur den Obelisk, sondern ihn samt seinem Piedestal und Fundament aufrecht transportieren, andere nicht aufrecht und nicht wagrecht, sondern schräg liegend, im Winkel von 45 Grad gegen den Horizont geneigt. Dann zeigten sie die Art, wie er bewegt werden sollte. Der eine meinte mit einem einzigen Hebel, der andere mit Schrauben, der andere mit Zahnrädern.

Ich trug mein Modell von Holz bei mir mit einem Obelisken von Blei darin, im richtigen Verhältnis zu den Seilen, Rollen und kleinen Maschinen des Modells, die ihn heben sollten. In Gegenwart der versammelten Herren und versammelten Meister hob ich den Obelisken auf und legte ihn nieder und erklärte jede einzelne Bewegung so, wie ich sie später ausführte, mit Worten. Nachdem man die Zeichnungen und Pläne eines jeden von uns gehörig betrachtet und alles erwogen hatte, kam man zu dem Schlusse, daß die von mir gefundene Art, den Obelisken zu heben und zu transportieren, die sicherste sei und besser geeignet, zu dem gewünschten Ziele zu führen, als irgendeine der anderen, die vorgebracht worden waren. Mit Zustimmung der ganzen Versammlung wurde sie ausgewählt und für diejenige erklärt, welche bei dem Transport der Julia anzuwenden sei, während man alle anderen Pläne beiseite setzte. Wegen des sehnlichen Wunsches jedoch, den die Herren hegten, daß die Sache auch mit gutem Erfolge ausgeführt werden möge, nahmen sie Anstand an meinem Alter, indem sie meinten, ich sei für einen solchen Auftrag zu jung, da ich nicht über 42 Jahre alt war. Man glaubte, es sei ein Mann nötig, der in der Kunst, schwere Lasten zu bewegen, alt geworden sei, damit er bedächtig und langsam das ausführe, was ich am Modell gezeigt hatte. Deshalb übertrug man die Ausführung dem Bartolomeo Amannati, einem Herrn aus Florenz von 65 Jahren und gab ihm Herrn Giacopo della Porta zur

Beihilfe. So schloß die Versammlung zu meiner großen Befriedigung, wenigstens insofern, als meine Erfindung unter so vielen Projekten den Vorzug erhielt, und zwei hochgeschätzten Architekten zur Ausführung übertragen wurde; daß ich beauftragt werden könnte, eine so wichtige, schwierige und gefahrvolle Arbeit, die in unserem Zeitalter noch niemand versucht hatte, auszuführen, kam mir gar nicht in den Sinn."

Ergötzlich ist es zu hören, daß man trotz der Einstimmigkeit, mit der Fontanas Entwurf anerkannt wurde, zwei andere Architekten mit der Ausführung betraute, weil Fontana zu jung war. Die Jugend Fontanas war nach unsern Begriffen allerdings vorüber, denn der Meister zählte 42 Jahre. Dem Papst mochte diese Entscheidung nicht gefallen, und er beauftragte schon nach sieben Tagen Fontana mit der alleinigen Ausführung der Arbeit. Am 25. September schon begannen fünfzig Mann mit der Freilegung des Obelisken. Man sollte nun meinen, daß in der Weltstadt Rom ein derartiges Unternehmen nicht hätte auf Schwierigkeiten stoßen können. Doch Fontana berichtet uns, daß weder das nötige Holz noch das Eisenwerk in Rom zu haben war. Ja, er mußte vom Papst eine besondere schriftliche Vollmacht bekommen, die ihn ermächtigte, im ganzen Kirchenstaat jedes brauchbare Stück Holz und Eisen für seine Zwecke in Anspruch nehmen zu können. Auch war es ihm auf Grund dieser Vollmacht gestattet, Lebensmittel und Lasttiere, Winden und Seile, Diener und Bewaffnete zu fordern, soviel er nötig hatte. Wer es aber wagen sollte, die Arbeit zu hindern, sollte mit 500 Dukaten Strafe belegt werden. Besonders schwierig war die Beschaffung des nötigen Hanfs für die Seile, deren 44 Stück zu je 100 m Länge und 7 cm Dicke gebraucht wurden. Viele dünne Seile, 40 schwere Winden, zahlreiche Flaschenzüge, Gerüstbalken, Eisenbänder, schwere Nägel, Beile Äxte, Hämmer, Schlägel und Hebeisen mußten angefertigt werden. Die stärksten Eichenhölzer wurden aus einem Walde herbeigeschafft, der 28 Meilen von Rom entfernt war, und zur Fortschaffung eines jeden Stammes brauchte man sieben Paar Zugochsen.

Nachdem Fontana diese umfangreichen Vorarbeiten eingeleitet hatte, ging er an die Berechnung des Gewichtes des Obelisken und an die Berechnung der zu seiner Fortbewegung notwendigen Kraft. Bedenkt man, daß ihm auch nicht ein Beispiel zur Hand war, wie man solche Riesenlasten hätte angreifen können, so muß man sein Unternehmen noch heute zu einem der kühnsten Werke der Ingenieurtechnik aller Zeiten rechnen. Um Platz für die 40 Winden zu schaffen, mußte Fontana einige benachbarte Häuser niederreißen. Auch ließ er rings um den Obelisken eine schwere Balkenbettung anbringen, damit ihm sein Gerüst nicht in die Erde versinke. Nach diesen Vorbereitungen ging Fontana an die Aufrichtung eines Gerüstes, dessen Riesenabmessungen wir aus Abb. 28 erkennen. Die stärksten Maße der hier verwendeten Hölzer gehen fast über unsere heutigen Be-

griffe. Es wurden nämlich die acht Hauptstützen des Gerüstes, die wir ganz oben herausragen sehen, aus 32 Balken gebildet, die je 49 cm stark waren. Jede dieser acht über 30 m hohen Holzsäulen

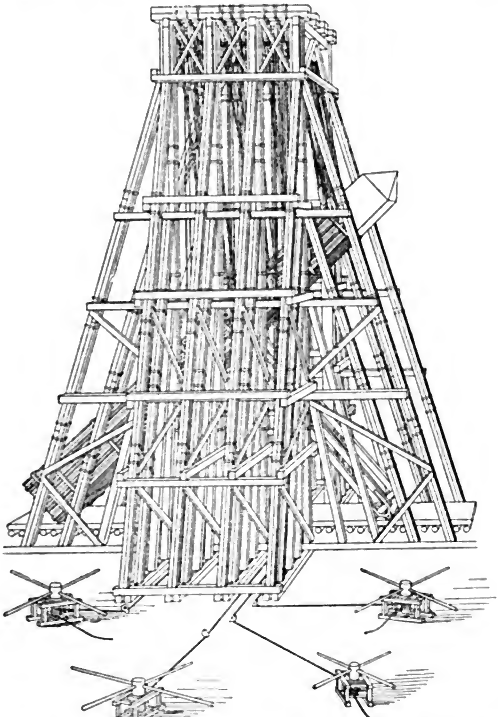


Abb. 27. Die Umlegung des Obelisken durch Fontana im Jahre 1586.

war also 98 cm breit und dick! Untereinander waren die Balken im Abstande von etwa 2,5 m durch schwere Eisenbolzen verbunden und außerdem ringsum mit Eisenbändern zusammengefaßt.

Der Obelisk wurde in Binsenmatten gehüllt und dann in Bohlen

von 54 mm Stärke eingepackt. Diese Holzverkleidung wurde durch Eisenwerk im Gewicht von über 13000 kg zusammengehalten. Damit bei dem Zusammenarbeiten der vielen Winden, Seile und Rollen kein Irrtum entstände, waren alle zusammengehörigen Dinge mit den gleichen Nummern bezeichnet, die die Winden trugen.

Nach monatelangen Arbeiten waren die Vorbereitungen so weit, daß man mit der Umlegung des Obelisken beginnen konnte.

907 Menschen und 75 Pferde begannen am 30. April 1586 das Riesenwerk. „Bei der ersten Bewegung schien es, als ob die Erde zittere, und das Gerüst krachte laut, indem sich alle Hölzer durch das Gewicht zusammendrückten, und der Obelisk, welcher um 44 cm gegen den Chor von Sant Peter geneigt gewesen war, stellte sich senkrecht. Als man sah, daß das Gerüst, trotz dem Krachen, in keinem Teile nachgab und niemand etwas zugestoßen war, faßte jeder Mut. Alsdann fuhr man fort und hob den Obelisken in zwölf Bewegunger um 60 cm, was genügte, um eine Schleife darunter zu schieben und die metallenen Knäufe, worauf der Obelisk gestanden hatte, wegzunehmen. In dieser Höhe wurde daher angehalten und wurden die vier Ecken des Obelisken mit sehr starken Unterlaghölzern, hölzernen und eisernen Keilen unterschlagen. Und als dies um 10 Uhr des Tages geschehen war, wurde mit einigen Mörsern auf dem Gerüste das Signal gegeben und die ganze Artillerie gab mit lautem Donner das Zeichen der Freude. Und man brachte dem Befehle gemäß das Mittagessen in Körben zu jeder Winde, damit keiner seinen Posten verlasse.“

Nach kurzer Mittagsrast der Arbeiter ging man daran, die vier bronzenen Keile wegzunehmen, die den Obelisk auf seinem Fundament festgehalten hatten. Jeder dieser Keile wog über 200 kg, und man mußte vier Tage und vier Nächte lang arbeiten, bis die Keile aus dem Fundament gelöst waren.

Danach wurde der Obelisk auf eine große Schleife gelegt und langsam gesenkt, bis er wagerecht lag. Nun wurde das ganze Gerüst vorsichtig abgebrochen, der Sockel des Fundaments aus der Erde herausgezogen, auf den Petersplatz geschafft und dort wieder in die Erde gesenkt. Der neue Standort lag aber über acht Meter tiefer als der alte, und so mußte man zunächst einen großen Damm aufschütten, auf welchem der Obelisk fortgeschoben werden konnte. Hierbei machte die Beschaffung der nötigen Erde besondere Schwierigkeiten. Inzwischen war das Gerüst am neuen Standort des Obelisken aufgerichtet worden.

Am 10. September 1586 begann unter großen Feierlichkeiten die Aufrichtung des Steinblockes. · „Man stellte jeden an seinen Platz. Bei Tagesanbruch war alles in Ordnung, und man begann mit 40 Göpeln, 140 Pferden und 800 Mann zu arbeiten, mit denselben Trompeten- und Glockensignalen zum Arbeiten und Stillehalten, wie zuvor. Während die Spitze des Obelisken sich hob, wurde sein Fuß

durch vier Göpel, die auf der gegenüberliegenden Seite standen, angezogen, so daß die Seile, die die Spitze aufzogen, immer senkrecht blieben. Die zu hebende Last verminderte sich immer mehr, je mehr die Spitze sich hob und der Fuß darunter gezogen wurde. Als der Obelisk halb aufgerichtet war, hielt man inne und unterstützte ihn, um die Arbeiter zu Mittag essen zu lassen. Nach dem Essen begab sich jeder wieder mit großem Eifer an die Arbeit. In 52 Bewegungen wurde der Obelisk aufgerichtet, und es war ein sehr schönes Schauspiel in vielen Beziehungen. Unzählig viel Volk war zusammengelaufen, und viele blieben, um ihren Platz zum Sehen nicht zu verlieren, ohne Mittagessen bis zum Abend stehen. Andere machten Tribünen für die Leute, die zusammenströmten, und gewannen viel Geld. Bei Sonnenuntergang stand der Obelisk aufrecht, aber die Schleife, welche, während er sich hob, darunter gezogen worden war, war noch darunter. Sofort gab man mit den Böllern auf dem Gerüste das Signal hiervon, was durch viele Geschütze beantwortet wurde, und die ganze Stadt war in großer Freude. Bei dem Hause des Architekten liefen wieder alle Trommler und Trompeter von Rom zusammen und ließen ihren Applaus erschallen."

Siebzehn Tage später stand der Obelisk frei von den Gerüsten auf seinem neuen Platz.

Im folgenden Jahr richtete Fontana einen zweiten Obelisken auf dem Piazza del Popolo auf.

Sicherlich hätten wir aus früheren Jahrhunderten Nachrichten über die Hebungen oder Fortbewegungen von Häusern, wenn die Kosten derartiger Arbeiten nicht zu große gewesen wären. Nicht der Mangel an Technik — diese kannte man ja durch Fontanas Werk — hinderte die Ausführung des Gebäudetransportes, sondern einzig und allein die Kostenfrage.

Das älteste Haus, von dem wir wissen, daß es bewegt wurde, steht noch heute in Sächsisch-Zinnwald. Der Bergmann Hans Hirsch, dem das Haus gehörte, wohnte ehemals in Böhmen, nahe der sächsischen Grenze. Nach der Gegenreformation in Böhmen boten die Jesuiten des Klosters Mariaschein alles auf, um den Fürsten von Lobkowitz und den Grafen Franz Karl von Clary zu bewegen, die Protestanten aus Böhmen auszuweisen. Über 800 arme, aber tüchtige Protestanten mußten ihre Heimat verlassen und zogen über die Grenze nach Sachsen. Die heutigen Orte Gottgetreu und Neu-Georgenfeld wurden damals von jenen Auswanderern gegründet, unter denen sich auch Hans Hirsch befand. Über ihn und das Schicksal seines Hauses aber berichtet die Chronik also:

„Da sein Häuschen ganz nahe an der Grenze stand und er sich nicht leichterdings von ihm trennen wollte, so hob er es mit unsäglicher Mühe unter Beihilfe seiner Nachbarn und Glaubensgenossen in der Nacht auf Baumstämme und rollte es glücklich über die Grenze, wo es alsbald eine bleibende Stätte fand." Wer heute

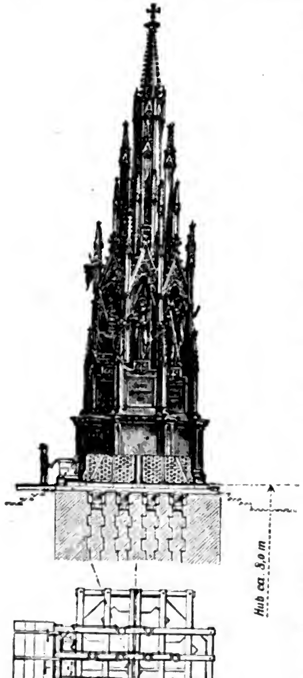


Abb. 28. Die hydraulische Hebung und Drehung des Denkmals auf dem Kreuzberge bei Berlin im Jahre 1878.

Sächsisch-Zinnwald besucht, kann sich das Haus noch zeigen lassen und er findet im hinteren Deckenbalken der Stube des Hauses folgenden Vers:

„Ich bin nun auf Sachsens Boden, Gottlob,
Weil mich mein Wirt Hans Hirsch aus Böhmen rüber schob. 1721".

Die erste Hebung eines größeren Gebäudeteils unternahm ums Jahr 1858 der Berliner Maschinenbauer Karl Hoppe, eine in mehr als in einer Hinsicht eigenartige Persönlichkeit[6]). Wie so manchem großen Mann war es auch ihm ergangen, daß man ihn — von der jetzigen Technischen Hochschule — davongeschickt hatte. Schließlich gründete er in der Gartenstraße in Berlin eine eigne Werkstätte. Als sich sein Betrieb in wenigen Jahren so sehr vergrößert hatte, daß das Grundstück bebaut war, hob Hoppe das 47 m lange und 16 m breite Dach seiner Werkstätte während des Betriebs mit Schrauben in die Höhe und mauerte ein neues Stockwerk von 4,8 m Höhe darunter. Wie sicher „der alte Hoppe" seiner Arbeit war, geht daraus hervor, daß er mit der langen Pfeife, seiner ständigen Begleiterin, während des Hochschraubens des Daches auf einem Binderbalken saß und von diesem luftigen Sitz aus den Takt zum gleichmäßigen Anziehen der Schrauben angab.

Zwanzig Jahre später nahm Hoppe die erste hydraulische Hebung und Drehung eines Gebäudes vor, des im Jahre 1821 von Schinkel erbauten Kriegerdenkmals auf dem Kreuzberg bei Berlin. Durch Untermauerung während

des Hebens wurde das Denkmal um 8 m höher gestellt. Gleichzeitig wurde es um 23 Grad gedreht (s. Abb. 28).

Wiederum genau zehn Jahre später wandte Hoppe seine Er-



Abb. 29. Die Verschiebung der Jakobskapelle in Brandenburg a. d. Havel im Jahre 1892.

fahrungen beim Bau eines der überdeckten Gasbehälter der Berliner Gaswerke in der Danziger Straße an. Er baute das 55 m große, gewölbte Eisendach, das ein Gewicht von 90 200 kg hat, auf ebener Erde und untermauerte das fertige Dach ringsum allmählich unter

fortwährender Hebung so lange, bis dasselbe auf 18 m Höhe angekommen war[7]).

Den alten Gedanken von Leonardo da Vinci, eine Kirche zu verschieben, führte der jetzt noch lebende Architekt Wilhelm Homann im Jahre 1892 bei der Jakobskapelle in Brandenburg an der Havel zuerst aus[8]). Wie Abb. 29 und 30 zeigen, wurde die Arbeit in der Weise unternommen, daß man sechs Unterlagsbalken, die durch das Gebäude hindurch bis über das neue Fundament reichten, zur Führung des Schiebeschlittens verlegte. Auf diesen Unterlagsbalken lagen sechs zu einem Schlitten vereinigte Balken, die mit zahl-



Abb. 30. Das Anziehen der Schrauben beim Verschieben der Jakobskapelle 1892.

reichen Schmierlöchern versehen waren. Durch Löcher, die man ringsherum in den Wänden angebracht hatte, wurden Balken hindurch gesteckt, die auf den Schlittenbalken ruhten. Sie nahmen die ganze Last des Gebäudes auf, nachdem man das Mauerwerk über dem Fundament weggebrochen hatte. Da die Verschiebung der Kirche nach Westen zu geschehen mußte, setzte man im Osten zwischen Unterlagsbalken und Schlitten sechs Schrauben an. Sie wurden von vier Arbeitern gleichmäßig angezogen und durch ihre Kraft rückte die Kapelle samt ihrem 14 m hohen Turm in 23 Stunden zu ihrem neuen, 11 m entfernten Standpunkt. Besonders schwierig wurde die Arbeit dadurch, daß der Turm jünger und besser fundamentiert war, als das Kirchenschiff. Es ergab sich durch Be-

rechnungen, daß der Turm doppelt so schwer war, als der übrige Teil des Baues. Dadurch war der Druck auf den Schlitten unter dem Turm unverhältnismäßig groß. Dennoch ging die Arbeit glatt von statten.

Eine besonders große Gebäudeverschiebung in Deutschland fand 1897 zu Aschaffenburg statt. Bei ihr läßt sich zum erstenmal nachweisen, daß nach amerikanischem Vorbild gearbeitet wurde. Das über eine Million Kilo schwere, über 120 Quadratmeter große, dreistöckige Bahnhofsgebäude wurde über 100 m weit verschoben. Die Kosten dieser Arbeit beliefen sich auf 10000 Mark. Abbruch und Neubau hätten über 20000 Mark gekostet. Die ganze Arbeit hatte nicht vier Wochen gedauert, während der Neubau weit mehr Zeit beansprucht hätte. Nicht eine Fensterscheibe ging bei der Verschiebung des Gebäudes entzwei.

Schußwaffen des Altertums und frühen Mittelalters[1].

Ums Jahr 760 v. Chr. regierte zu Jerusalem, wie das zweite Buch der biblischen Chronik erzählt, der junge König Usia, von dem berichtet wird: „Er machte zu Jerusalem künstliche Geschütze, die auf den Türmen und den Ecken der Mauern sein sollten, zu schießen mit Pfeilen und großen Steinen“[2]).

Hier haben wir die älteste Nachricht von einem Schleudergeschütz, denn der Urzeit war eine Maschine, die die Kraft des einzelnen Schleuderers oder Bogenschützen übertraf, fremd.

Die Handschleuder gehört sicherlich zu den ältesten Waffen der Menschheit, doch läßt sie sich, da nichts von ihr die Zeiten überdauern konnte, erst auf einem Flachrelief des syrischen Königs Assurnazirpal, etwa ums Jahr 870 v. Chr., nachweisen. Besser kennen wir die Geschichte des Bogens; denn aus der ältesten paläolithischen Zeit, besonders aus den Fundstätten von Le Moustiers, die aus der zweiten warmen Zwischenzeit unserer Eiszeit stammen, haben sich steinerne und knöcherne Pfeilspitzen erhalten (Abb. 31). Diese Zeit muß also auch den Bogen gekannt haben. In der jüngeren Fundstätte von La Madeleine, die der letzten großen Eiszeit angehört, und etwa 25 000 bis 15 000 Jahre v. Chr. bewohnt war, haben sich sorgfältig gearbeitete Pfeilspitzen aus Knochen und Renntierhorn erhalten, die mit Rinnen versehen sind, in welchen der Urmensch tödliches Pfeilgift einrieb[3]).

Eine besondere Wurfwaffe des Altertums ist der Bumerang. Wir sehen ihn zum erstenmal auf Darstellungen von Kriegern aus der Zeit des ägyptischen Königs Amenhetep IV., der etwa 1400 Jahre v. Chr. regierte. Wahrscheinlich kannte auch Virgil diese Waffe und von ihm wird sie wohl Isidorus Hispaniensis im 7. Jahrhundert n. Chr. übernommen haben. In der Gegenwart benutzen nur die Australneger noch den Bumerang. Bekanntlich besteht die Waffe aus einem im stumpfen Winkel umgebogenen flachen Holz, das, wenn es geworfen wird, in der Luft auf sein Ziel zuwirbelt und von dort aus wieder in die Hand des Schützen zurückkehrt[4]).

Man hat lange Zeit angenommen, daß die großen Wurfgeschütze der Alten eine Verbesserung oder Vergrößerung der Bogenschußwaffen seien. Doch dies ist ein gründlicher Irrtum, den allerdings

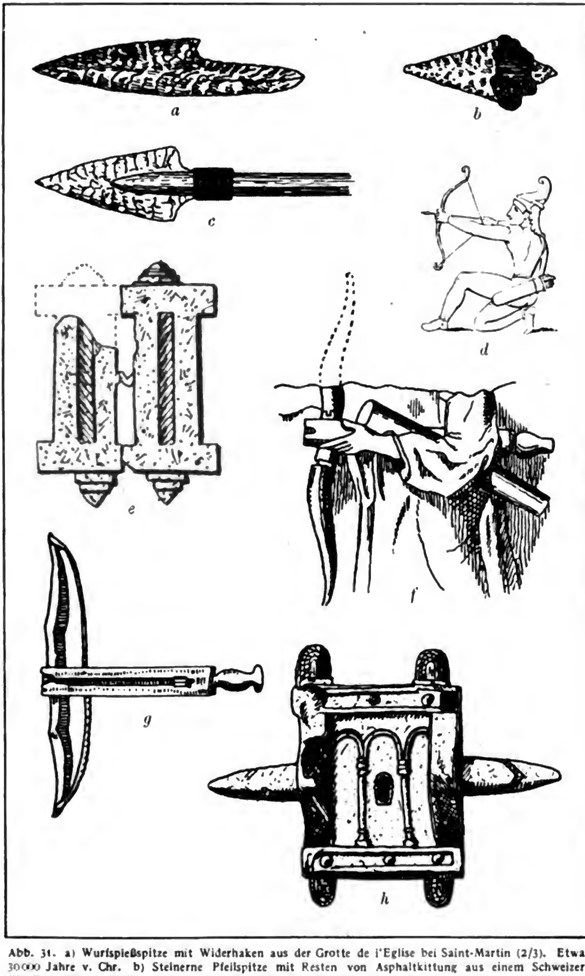


Abb. 31. a) Wurfspießspitze mit Widerhaken aus der Grotte de l'Eglise bei Saint-Martin (2/3). Etwa 30000 Jahre v. Chr. b) Steinerne Pfeilspitze mit Resten von Asphaltkittung aus einem Schweizer Pfahlbau der Neolithik. c) Steinerne Pfeilspitze der Neolithik, geschaftet dargestellt. d) Phrygischer Bogenschütze nach einem griechischen Relief e) Flachbahngeschütz auf dem Pergamon-Altar. f) und g) Armbrüste auf gallo-römischen Grabdenkmälern im Museum zu Puy. h) Schweres Geschütz für Pfeile auf dem Grabmal des Vedennius.

erst die letzten Jahre aufgeklärt haben. Zwar kannte das Altertum eine Verbesserung des Bogens in der Armbrust, doch scheint sie weit später aufgetreten zu sein, als die großen Torsionsgeschütze, von denen wir gleich hören werden. Nur aus zwei in Frankreich gefundenen und im Museum zu Puy aufbewahrten Reliefs wissen wir, wie die Armbrust aussah (s. Abb. 31 f, g). Auch beschreibt uns Heron aus Alexandrien zu Anfang des 2. Jahrhunderts n. Chr. eine große Armbrust, die er Bauchspanner nennt, weil man sich mit dem Bauch auf sie stützen mußte, um sie durch das Gewicht des Oberkörpers spannen zu können[5]).

Die Spannkraft der Armbrust liegt lediglich in der Elastizität der Bogenarme[6]). Sie werden durch die Bogensehne zurückgezogen, also überspannt; läßt man die Sehne los, so schnellen die elastischen Bogenarme in ihre natürliche Stellung zurück, reißen die Sehne mit sich nach vorn, die Sehne überträgt die Schnellkraft des Bogens auf den vorgelegten Pfeil, der bis zur oberen Pfeilrinne von der Sehne getrieben wird und dann sich von der Sehne trennt. Also die treibende Kraft ist nicht die Sehne, sondern einzig und allein die Elastizität der Bogenarme.

Es war demnach eine ganz neue Erfindung, nicht etwa eine bloße Verbesserung des alten Systems, als einer auf den Gedanken kam, mit festen, unelastischen Bogenarmen zu schießen. Wo nahm er denn die Schnellkraft her, wenn er die einzigen Träger derselben beseitigte? Daß die Alten wußten, die Tormenta seien etwas völlig Neues, geht aus einer Erzählung des Diodor aus Sizilien[7]) deutlich hervor. Freilich wird ihm keiner glauben, daß die Geschütze sozusagen auf Befehl des älteren Dionysius erfunden seien, als dieser um 400 v. Chr. gegen die Karthager rüstete und die berühmtesten Techniker aus allen Landen zusammenberief, um seine Truppen aufs beste auszustatten. Aber Diodors weitere Angabe, daß auch aus dem karthagischen Reiche Baumeister herangezogen seien, regt zum Nachdenken an, weil auch Plinius[8]) sagt: „Die Katapulta sollen die syrischen Phöniker erfunden haben," und weil im Alten Testamente Wurfgeschütze nicht nur für das 2. Jahrhundert v. Chr. im Buch der Makkabäer bezeugt sind, sondern bereits, wie wir hörten, im 8. vorchristlichen Jahrhundert erwähnt werden. Hiernach wäre der Erfinder im Orient zu suchen, und die Griechen hätten nur benutzt und vervollkommnet, was sie vorfanden: gewiß ein historisch sehr einleuchtender Gedanke.

Doch gleichviel, ob der Erfinder ein Semit oder ein Grieche ist; er setzte statt der elastischen Bogenarme als Triebkraft etwas ganz anderes ein: die Torsionskraft der Tiersehnen, die auch durch Roßhaare und während andauernder Belagerungen durch das Haupthaar der Frauen ersetzt werden konnten. — Man kann sich die Kraft der Torsion an einer gewöhnlichen Rahmensäge klar machen, deren richtige Spannung durch zwei Bindfadenreihen zwischen den oberen Enden der Seitenleisten hergestellt wird. Diese Bindfäden

werden mittels des in der Mitte durchgesteckten Pflockes zusammengedreht und der Pflock wird dann so weit durchgeschoben, daß er an der mittleren Querleiste anliegt und damit die angespannten Bindfäden hindert, in ihre ursprüngliche Lage zurückzugehen.

Ein Spielzeug, das wir als Knaben uns anfertigten, macht die Sache noch anschaulicher. Wir wickelten um die Hälfte einer Nußschale einen Zwirnfaden und steckten ein Streichholz hindurch. Durch Drehung der Zwirnumwicklung mit Hilfe des Streichholzes entstand eine kleine Schnarre mit hellem Klange. Das ist im kleinen ganz genau ein Torsionsgeschütz, nur muß man sich dabei erinnern, daß statt des Streichholzes beim Geschütze ein sehr starker Holzarm eingesetzt wird, und daß die Torsion jedes Spannsehnenbündels einen Anfangsdruck von etwa 12000 kg hat. Die antiken Geschütze haben entweder einen Bogenarm und ein Sehnenbündel oder zwei Bogenarme und zwei Sehnenbündel.

Das einarmige Geschütz (griechisch Monagkon, lateinisch Onager genannt) ist eine Riesenschleuder, die gewaltige Steine gegen Tore, Türme und Mauern warf. Das Untergestell bilden zwei starke, fest miteinander verbundene Schlittenkufen, die in der Mitte sich buckelartig erheben, um das horizontal durchgezogene Spannsehnenbündel aufzunehmen. Mitten aus diesem Bündel erhebt sich ein starker Arm, der für gewöhnlich schräg emporsteht, aber nach hinten zu bewegt werden kann. An diesem Schleuderarme ist oben mit einem Haken die Schleuder befestigt, in die der Stein gelegt wird. Zieht man nun den Schleuderarm mittels einer Winde zurück, so wird das Spannsehnenbündel überspannt, das Geschütz ist schußfertig. Wird dann der Schleuderarm losgelassen („abgedrückt"), so reißt das Spannsehnenbündel den Arm nach oben: er schlägt an das Widerlager an, das durch ein starkes Kissen gegen den gewaltigen Anprall geschützt ist, und in diesem Momente saust der mächtige Stein aus der Schleuder im Bogen auf sein Ziel. Die Kraft dieses Geschützes schildern die Dichter wiederholt mit den stärksten Ausdrücken, so daß wir daraus bereits auf viel größere Dimensionen schließen müssen, als die Rekonstruktion auf der Saalburg (Abb. 32) zeigt. Und dasselbe beweist auch eine Bemerkung des Ammianus über den Rückstoß des Onager: „Und man stellt das Geschütz auf eine Unterlage aus Rasenstücken oder Ziegeln (die dem Drucke nachgeben). Denn wenn man es auf eine Mauer aus Bruchsteinen stellt (die nicht nachgibt), so reißt es die Unterlage völlig auseinander, nicht durch sein Gewicht, sondern durch die gewaltige Erschütterung[9])."

Viel kunstvoller als die eben beschriebene Riesenschleuder, die ihrem Urbilde, der Schleuder, völlig gleich, nur daß statt der Muskelkraft des menschlichen Armes die Torsionskraft des wagerecht gestellten Bündels aus Tiersehnen eingesetzt ist, sind die Geschütze mit zwei Spannbündeln, die in ihren Wirkungen, aber nicht in ihrer Konstruktion eine verstärkte Armbrust darstellen. Die treibende Kraft

bilden die zwei Spannbündel, die senkrecht über die Spannbolzen gezogen sind; durch die Mitte jedes Spannbündels werden (ebenso wie bei der Riesenschleuder) zwei starke Holzarme durchgesteckt, die mit dem längeren Hebel links und rechts herausragen und an diesen äußeren Enden durch die angeknüpfte Sehne verbunden sind. Wird nun diese Sehne nach rückwärts gezogen, so müssen ihr die beiden Arme folgen und dabei drehen sie die schon vorher festgespannten Bündel noch fester zusammen, so daß sie jetzt überspannt sind: das Geschütz ist schußbereit. Läßt man dann die Sehne los, so schnellen die überspannten Bündel in ihre frühere



Abb. 32. Rekonstruktion griechisch-römischer Geschütze auf der Saalburg. Rechts: Schleuder (Wurfweite 140 m für eine Bleikugel von 1 Pfund). Links: Steilbahngeschütz (Wurfweite 300 m für eine Bleikugel von 1 Pfund).

Stellung zurück, reißen die Arme samt der Sehne nach vorn, bis die Arme mit ihren äußeren Enden auf das Widerlager der Außenständer aufschlagen, und in diesem Momente wird das Geschoß abgeschleudert.

Aus den Abbildungen wird der Leser die Einzelheiten der Konstruktion ohne Mühe erkennen: Die Befestigung der Spannbolzen, über die das Spannsehnenbündel gezogen ist; die Ständer des Geschützkastens, die dem Anprall der Arme als Widerlager dienen; die Laufbahn des Geschosses, die auf ihrer festen Unterlage mit der Sehne rückwärts und vorwärts sich bewegt; die Winde und Welle, welche Sehne und Arme gewaltsam zurückzieht; die Klaue, die während des Visierens das Geschütz in Spannung hält; den Drücker,



Abb. 33. Rekonstruktion eines griechisch-römischen Flachbahngeschützes für Pfeile auf der Saalburg (Wurfweite 369,5 m für 88 cm lange Pfeile. Auf diese Entfernung erreicht der Pfeil eine solche Durchschlagskraft, daß er einen eisenbeschlagenen, 3 cm starken Schild zur Hälfte seiner Länge — also auf 44 cm — durchdringt und den dahinterstehenden Krieger außer Gefecht setzen würde).

die beiden Sehnenarten, die Form der Geschosse — kurz, alles, was zum Verständnisse des Baues und der Bedienung der antiken Geschütze erforderlich, wird uns auch ohne fachmännische Kenntnisse verständlich.

Jahrhundertelang hat man diese Geschütze verwendet. Selbst die Pulvergeschütze konnten ihren Gebrauch nur langsam verdrängen, sehen wir doch in technischen Werken des 16. Jahrhunderts, zum Beispiel bei Ramelli 1588, noch Wurfmaschinen mit Torsionskraft. Sie dienen sowohl zum Bombenwerfen, wie auch, um Pfeile zu schleudern. Später vergaß man die Bauart dieser Wurfmaschinen gänzlich. Im Jahre 1865 wurden in Heidelberg der Versammlung deutscher Philologen und Schulmänner solche Geschütze vorgeführt, die der badische Artilleriehauptmann Deimling nach Köchly und Rüstow, den Herausgebern der griechischen Kriegsschriftsteller, erbaut hatte. Was aus diesen Geschützen später geworden ist, konnte trotz allen Nachfragen nicht festgestellt werden: sie sind der Vergessenheit anheimgefallen und haben ihr Los verdient. Denn — von allem andern abgesehen — da man aus „ökonomischen Rücksichten“ statt der Tiersehnen oder der Roßhaare unelastische Hanftaue als Spannsehnen wählte, und diese Taue bei der großen Schwierigkeit, sie einzuziehen, nur in wenigen Strängen eingezogen wurden, außerdem bei der Balliste die bandartige Sehne des Bogens aus Leder gefertigt wurde, so mußten die Schießproben kläglich ausfallen. Denn: „auf 60 Schritt durchbohrt der Pfeil noch ein $1^1/_2$zölliges Brett“, und „eine 9 Pfund schwere Steinkugel wurde mit dieser Maschine auf etliche 40 Schritt geschleudert“, sind sehr dürftige Resultate, die nur teilweise durch die „ökonomischen Rücksichten“ entschuldigt werden, der Hauptgrund war die fehlerhafte Konstruktion der Geschütze[10]).

Zu derselben Zeit etwa ließ Kaiser Napoleon III. durch seinen Ordonnanzoffizier de Reffye in Meudon bei Paris antike Geschütze in Originalgröße nachbauen, die jetzt im Museum zu St. Germain aufbewahrt werden. Über ihre Leistungen ist nichts festzustellen, weil Napoleon, anfangs lebhaft dafür interessiert, später durch Krankheit und politische Sorgen abgelenkt wurde und de Reffye gestorben ist, ohne einen Bericht über seine mühsamen Arbeiten zu hinterlassen.

Erst der dritte Versuch ist gelungen. Der sächsische Artilleriemajor E. Schramm in Metz erhielt im Sommer 1903 von Professor Dragendorff einen Fundbericht über die Ausgrabungen bei Haltern in Westfalen zugeschickt. Zuerst konstruierte er nach den gefundenen Pfeilspitzen den ganzen Pfeil, dann dazu ein Versuchsgeschütz, und mit so gutem Erfolg, daß die „Gesellschaft für lothringische Geschichte und Altertumskunde“ dem Major die Mittel zum Bau der Geschütze des Altertums in Originalgröße bewilligte. Als die Kosten den Voranschlag weit überstiegen, übernahm es Fürst Hohenlohe-Langenburg, Statthalter von Elsaß-Lothringen, für die nötigen Geldmittel zu sorgen. Der Major baute nun seine Geschütze genau nach

den Maßangaben der antiken Techniker. Nur für den Onager, die Schleudermaschine — die Amianus Marcellinus ausfürlich beschreibt, ohne ein Maß anzugeben —, war Schramm auf sich angewiesen, und er wählte einen Anfangsdruck von 12000 kg, der jedenfalls erheblich hinter der Kraft des antiken Geschützes zurückbleibt, aber trotzdem schon ein sehr bemerkenswertes Resultat lieferte. Bei den andern beiden Geschützen (Euthytonon und Palintonon) ist der Anfangsdruck doppelt so groß, weil sie zur Spannung je zwei Sehnenbündel (= 2 × 12000 kg) haben; und deren Leistungen kommen denen der antiken Geschütze gewiß gleich. Denn: „Sowie aus irgendeinem Grunde ein Teil schwächer nach der Beschreibung hergestellt wurde, deformierte er sich oder ging zu Bruch.“ Hieraus schließt Schramm [11]) mit gutem Grunde, daß die Angaben der einschlägigen Schriftsteller in den Handschriften richtig wiedergegeben sind, und daß er sie auch richtig verstanden hat. Um den Bau der antiken Geschütze zu verstehen, muß man sich vor allem von dem weit verbreiteten Irrtume frei machen, den der genannte Hauptmann Deimling in die Worte gefaßt hatte: „Die Geschütze der alten Griechen sind nämlich nichts anderes als große Armbrüste.“ Denn man könnte mit demselben Recht fortfahren: „Und die Kanone nichts anderes als ein Schleudergeschütz (Tormentum) mit Rauchentwicklung.“ In Wirklichkeit verhält sich das Tormentum zur Armbrust gerade so, wie die Kanone zum Tormentum; das heißt, die neuen Erfindungen sagen sich von dem Prinzipe der bisher gebräuchlichen Konstruktion ganz und gar los; sie setzen eine völlig neue Kraft ein, um das Geschoß fortzuschleudern. Das ist für die Pulvergeschütze ja ganz klar, nicht so für die Tormenta; aber es ist tatsächlich ebenso. Fügen wir nun diesem noch hinzu, daß die Geschütze des Majors Schramm die erwähnten glänzenden Resultate ergeben haben, so werden wir ihm mit vollem Herzen Dank zollen, daß er zuerst die erstaunlichen Leistungen der antiken Artillerie uns vor die Augen geführt hat. Das Dunkel, das bisher diesen höchst wichtigen Teil der antiken Kriegskunde umhüllte, ist gelichtet, und wir können nunmehr vorwärts schreiten auf festem und ebenem Boden.

Der Erfolg von Schramm hat denn auch nicht lange warten lassen. Als Professor Chr. Hülsen in Rom im Herbst 1904 die Abbildungen der Rekonstruktionen sah, besann er sich sofort auf ein Relief auf dem Grabsteine eines römischen Soldaten, das bisher wenig beachtet worden war, weil man es nicht zu deuten wußte; man hatte es meistens für ein Türschloß, zuletzt für ein Nivellierinstrument gehalten, ohne etwas Rechtes damit anfangen zu können. Es ist aber, wie jetzt ganz klar wurde, ein antikes Geschütz, und das paßt auch ausgezeichnet auf den Grabstein des Verstorbenen, der, von der Pike auf gedient, es zuletzt bis zum „Zeughauptmann“ (architectus armamentarii) in der kaiserlichen Artilleriewerkstatt, dem noch erhaltenen Prätorium vor der Porta Pia in Rom, gebracht hatte. Die Inschrift [12]) auf der Vorderseite des Grabdenkmals,

das im Jahre 1826 auf der Gräberstraße der Via Nomentana ausgegraben wurde und jetzt im Vatikanischen Museum aufgestellt ist, lautet: „C. Vedennius Moderatus, Sohn des Gajus, von der Tribus Quitina, aus Antium gebürtig, diente 10 Jahre in der 16. gallischen Legion, wurde dann in die 9. Prätorianerkohorte versetzt und nach achtjähriger Dienstzeit ehrenvoll entlassen; danach wurde er Militärbeamter und Architekt im kaiserlichen Zeughause und mit militärischen Auszeichnungen von den Kaisern Vespasian und Domitian bedacht" — der Schluß der Inschrift fehlt. Auf der rechten Nebenseite ist ein einfaches Winkelmaß dargestellt, auf der linken aber das erwähnte Geschütz (Abb. 31). Dieser Fund ist darum von besonderer Wichtigkeit, weil die genauere Untersuchung ergeben hat, daß die Zeichnung mit zuverlässiger Treue ein Abbild des wirklichen Geschützes wiedergibt, das die gleichartigen Darstellungen auf dem pergamenischen Relief von Pergamon und auf der Trajanssäule an Genauigkeit weit übertrifft; und das ist sehr natürlich, weil offenbar der Verstorbene selbst, der mit Zirkel und Lineal wohl umzugehen verstand, die Zeichnung für sein Denkmal angefertigt hat; wie es ja bei den Römern Brauch war, bei Lebzeiten für die würdige Ausschmückung des eigenen Grabes Sorge zu tragen. Wir besitzen nun also seit der Wiederentdeckung des Grabsteines des Vedennius ein getreues Abbild eines römischen Geschützes aus dem Jahre 100 n. Chr., und wenn das Relief auch in der langen Zeit etwas beschädigt und die genau gezeichnete Vorlage von dem ungeschickten Steinmetzen nicht mit der gehörigen Sorgfalt wiedergegeben ist, so sind doch die dadurch entstandenen Fehler und Lücken nicht zu verkennen und leicht so zu verbessern, daß — wie wir auf Abb. 31 h erkennen — das Relief ein schweres Geschütz für Pfeile (Palintonon) darstellt. Und weiter ist auf dem griechischen Relief von Pergamon [13]) aus dem 2. Jahrhundert v. Chr., das jetzt in Berlin sich befindet, ein leichteres Geschütz (Eutytonon) mit Hilfe der Beschreibung eines fast gleichzeitigen Technikers erkannt (Abb. 31 e). Ganz anderer Art sind die Feldgeschütze, die der Kaiser Trajan bei seinen Zügen in Siebenbürgen benutzte. Ihre Maße lassen sich allerdings durch die Reliefs auf der Trajanssäule nicht feststellen, weil die Bildhauer dieses Denkmals mit allen Größenverhältnissen willkürlich verfuhren; aber die Geschütze müssen sehr leicht gewesen sein, weil zwei Maultiere ausreichten, sie zu transportieren. Dagegen waren diese Künstler sonst sehr sorgfältig und geben die Gegenstände höchst naturgetreu wieder, und deshalb sind die Reliefs der Trajanssäule für Kleidung, Waffen, Ausrüstung usw. der römischen Soldaten die beste und zuverlässigste Quelle. Das bewährt sich nun auch an den Geschützen, die alle sieben dieselbe Konstruktion mit zwei metallenen Büchsen und einem nach oben gebogenen Stahlbügel dazwischen sehr deutlich wiedergeben. Es sind wahrscheinlich Aerotona, das heißt Luftspanner, denn in den Büchsen ist Luft eingeschlossen, die durch die eingedrückten Kolben beim

Spannen des Geschützes komprimiert und beim Abdrücken frei wird, und durch ihre Expansion dem Geschütze die Triebkraft verleiht[14]).

Wir haben somit durch die Reliefs auf den drei Denkmälern auch drei verschiedene Geschützarten kennen gelernt, und wenn wir den Onager, der durch Ammians Beschreibung deutlich genug geworden ist, hinzurechnen, im ganzen für vier Geschützarten das Material in Händen. Ein sehr erfreulicher Erfolg, den wir der Arbeit und dem Scharfsinne des Majors Schramm zu verdanken haben. Es wird sich höchstens ergeben, daß die bisherigen Rekonstruktionen in äußeren Einzelheiten der Nachbesserung bedürfen, weil eben inzwischen das Material sich vermehrt hat und die oft unverstandenen und mißverstandenen Schriftsteller richtiger gedeutet werden.

Auch ein Mehrladegeschütz kannte, wie uns Philon ums Jahr 230 v. Chr. berichtet, die Kriegstechnik des Altertums. Es wurde unter Dionysius zum erstenmal gegen die Rhodier verwendet. Im wesentlichen glich es einem Flachbahngeschütz (Abb. 33), doch hatte es eine besondere Vorrichtung, um schnell laden zu können. Diese bestand in einem über der Läuferbahn befindlichen, trichterförmigen Pfeilbehälter. Nach jedem Schuß nahm eine Nute einer sich drehenden Welle ein neues Geschoß auf und brachte es, während des Spannens der Sehne, zum neuen Schuß auf die Bahn.

Nach dieser Übersicht über die Entwicklung der antiken Wurfgeschütze kommen wir wieder auf den Bogen[15]) zurück, von dem wir ausgegangen waren. Im allgemeinen wird der Bogen im griechischen und römischen Altertum als Waffe selten erwähnt, denn er diente meistens nur zur Jagd und bei Schießübungen. Über die Zahl der verwendeten Bogenschützen hören wir einmal im Bürgerkrieg von Cäsar, daß Pompejus 3000 Bogenschützen aus Kreta, Pontos, Lakedämon und Syrien zusammengebracht hatte.

Vegetius Renatus, der bedeutendste Kriegsschriftsteller der Römer, berichtet um die Zeit der großen Völkerwanderung besonders von der Überlegenheit der gotischen Bogenschützen, die dem römischen Fußvolk unermeßlichen Schaden getan und es zugleich vom Handgemenge abgeschreckt hatten. Als die Weltherrschaft von Rom an Byzanz übergegangen war und sich die Angriffe der Perser, Guidaren und Hunnen gegen die oströmischen Heere richteten, waren diese zwar im Bogenschießen wohl erfahren, doch jene fremden Reiterscharen waren über Mann und Roß gut gegen die Pfeile gepanzert. Der Geschichtsschreiber Prokopius bricht ums Jahr 550 in ein besonderes Lob der Bogenschützen aus, denn er will das Ferngefecht mit Bogen und Pfeil gegen den früher gebräuchlichen Nahkampf mit Schwert und Spieß verteidigen. Hierbei erfahren wir etwas über die Technik des Bogenschießens. „Die Alten," sagt Prokopius, „zogen die Sehne des Bogens nach der Brust zu, und daher prallten ihre Pfeile kraftlos ab. Die Bogenschützen der Gegenwart treiben das edle Handwerk anders! Geharnischt und zu Roß eilen sie in den Kampf und ziehen die Sehne bis zum

rechten Ohr an. Das gibt einen kräftigen Schuß; der treffende Pfeil bringt den Tod."

Ein unbekannter byzantinischer Schriftsteller, den man kurzweg den Anonymus von Byzanz nennt, verfaßte im 6. Jahrhundert ein Buch „Taktik im Bogenschießen", das sich uns erhalten hat. Darin wird hauptsächlich auf drei Punkte Wert gelegt: richtig, kräftig und schnell zu schießen. Auch der byzantinische Kaiser Maurikios berichtet uns in seinem militärischen Werk, das er um 595 verfaßte, an allererster Stelle über die Ausbildung im Bogenschießen. Den Hauptnachdruck legt er auf das Schnellschießen. Bis zum 40. Lebensjahr sollten alle christlichen Soldaten den Bogen führen, sie möchten nun gut oder schlecht schießen. Die Ungeschickten sollten mit schwachem Bogen anfangen; sie würden schon lernen. Mauritius berichtet uns auch, daß jeder Schütze 30 bis 40 Pfeile im Köcher trug. Auch die Reiterei, die ihm als die bevorzugte und vorzüglichste Waffe erscheint, soll hauptsächlich im Bogenschießen ausgebildet werden. Für ihre Ausrüstung und Taktik weist Mauritius hauptsächlich auf die Türken und Avaren als Vorbilder hin.

Leo VI., der es vom Bauernsohn bis zum byzantinischen Kaiser gebracht hatte, hebt zu Anfang des 10. Jahrhunderts gleichfalls die Bogenschützen hervor. Die größte Schußentfernung mit einem Bogen wird von ihm auf 156 Orgyien, d. i. etwa 280 m — also eine außerordentliche Entfernung — angegeben.

Im Mittelalter wurden die Bogenschützen seit der Zeit der Kreuzzüge durch die Armbruster verdrängt, doch haben sich im französischen und besonders im englischen Heere die Bogner noch lange neben den Armbrustern behauptet.

Am 26. Mai 1445 verordnete Karl VII. von Frankreich, daß unter 1500 Edelleuten 305 berittene Bogenschützen sein sollten, und zwei Jahre später errichtete er eine Fußvolkmiliz von 16000 Bogenschützen. Obwohl sich für diese Schöpfung auch sein Nachfolger Ludwig XI. lebhaft interessierte, wollte sie nicht gedeihen und sank bald wieder in nichts zurück. Solch einheitlich bewaffnete große Truppenkörper waren damals etwas ganz Außergewöhnliches. Denn durchschnittlich bestand im 15. Jahrhundert eine jede „Lanze" aus dem Hauptmann, seinem Knappen und seinem Pagen — diese drei beritten —, aus drei Bogenschützen, einem Armbrustschützen, einem Büchsenschützen und einem Spießträger. Auf dem Marsch waren die drei Bogenschützen zwar auch beritten, doch saßen sie beim Gefecht ab. Die verwandtschaftlichen Beziehungen, die Kaiser Maximilian I. durch seine Vermählung mit der Tochter Karls des Kühnen von Burgund erhielt, veranlaßten ihn wohl auch, den Bogen als Waffe in seinen Zeugbüchern eingehend zu beschreiben.

Mit Kaiser Maximilian trat der entscheidende Umschwung in der Bewaffnung der mitteleuropäischen Heere ein. Besonders die

Verwendung des Radschlosses ermöglichte die Benutzung von Feuerwaffen bei der Reiterei, und dadurch treten die Bogenschützen von dieser Zeit an schnell in den Hintergrund. In europäischen Heeren findet sich die letzte Verwendung von Bogenschützen bei den Engländern im Jahre 1627 bei der Belagerung von Rey.

Bei den wilden Völkerschaften ist die Verwendung des Bogens heute noch eine sehr ausgedehnte. Als Kolumbus Amerika entdeckte und Cortez nach Südamerika kam, fanden sie dort geschickte Bogenschützen vor. Einer der tüchtigsten Kenner der Indianer Amerikas, Hauptmann a. D. Dr. Georg Friederici, veröffentlichte im „Globus“ [16]) eine längere Abhandlung über die Wirkung des Indianerbogens, der folgende Einzelheiten entnommen werden. Freilich handelt es sich dabei nicht um den Indianer der Gegenwart, denn er hat ja fast überall von seinen Vorfahren nur noch den Stammesnamen behalten, besitzt aber nichts mehr von deren Eigenschaften als Jäger oder Krieger und darum auch nicht deren Fertigkeit im Bogenschießen. Dagegen waren die Indianer der Vergangenheit, bevor sie die Feuerwaffen kennen lernten, in der Handhabung ihrer wirksamsten Waffe, des Bogens, wahre Kunstschützen. Bogen und Pfeil blieben in der Hand des Indianers auch noch jahrhundertelang dem Feuergewehr überlegen; nur die abergläubische Furcht vor dessen Feuer, Rauch und Knall gaben ihm als Gefechtswaffe das große Übergewicht. Und dieses machte sich auch der Indianer zunutze und suchte deshalb selbst in den Besitz von Feuerwaffen zu gelangen. Danach wurde die Fertigkeit im Schießen mit Bogen und Pfeil vernachlässigt und später auch die Kunst des Bogenmachens. Bemerkenswert ist besonders das, was Dr. Friederici über die Schießleistung der alten Indianer mit ihren Bogen berichtet.

Die Durchschlagskraft eines Pfeiles, der mit einem starken Bogen verschossen wurde, war beträchtlich größer als die Durchschlagskraft einer Büchsenkugel jener Zeit und die Schießgeschwindigkeit bedeutend höher. Auf 40—50 m schoß ein indianischer Bogenschütze noch mit einer Unfehlbarkeit, wie heute der beste Kunstschütze. Daher spielte sich das Bogengefecht in Entfernungen von 70—150 m ab; bis dahin konnte ein guter Bogenschütze einen Gegner noch mit einem Pfeilschuß töten oder doch schwer verwunden. Die Indianer haben durch mancherlei Mittel die Geschoßwirkung ihrer Pfeile zu erhöhen gesucht; man versah die Pfeilspitzen mit Widerhaken oder nahm zu Pfeilspitzen Gegenstände, die beim Auftreffen auf Knochen zersplitterten oder sonst eine leichte Sprengwirkung hervorbrachten, oder verwandte Pfeile, an deren Spitze Splitter oder Federn so angeleimt waren, daß sich der Klebstoff in dem warmen Blut löste, so daß die Wunde nicht heilen konnte. Pfeilgifte wurden in Amerika in großem Umfang verwendet.

Daß aus dem Bogen die Armbrust hervorging, haben wir schon zu Anfang dieses Kapitels gehört. Wir kennen aber weder die Person, noch das Land, die die Armbrust hervorbrachten. Sie ist

wahrscheinlich orientalischen Ursprungs, denn bei manchen Völkern des Orients, zum Beispiel bei den Chinesen, ist die Armbrust lange vor Christus nachweisbar. Bei den Römern scheint sie nur selten im Gebrauch gewesen zu sein. Gewöhnlich hatte die Armbrust im Altertum und Mittelalter hölzerne Bogenarme, doch beschreibt Heron zu Anfang des 2. Jahrhunderts n. Chr. auch einen „Bauchspanner“ mit Stahlbogen; Stahlbogengeschütze waren hauptsächlich im 3. und in der ersten Hälfte des 4. Jahrhunderts im Gebrauch. Im Jahre 1139 verbot man auf dem zehnten Konzil in Rom den Gebrauch der Armbrust als eines zu gefährlichen Werkzeuges, um gegen Christen zu kämpfen. Das konnte aber nicht verhindern, daß die Armbrust besonders im 13. Jahrhundert eine große Rolle spielte. Damals gründeten sich auch die ersten Schützengilden und im Jahre 1286 fand das erste Stahl- und Armbrustschießen in Deutschland statt. 1404 wurden in Nürnberg die „armpruster“, das heißt die Armbrustmacher zu einer Gewerkschaft zusammengefaßt. Aus der gleichen Zeit besitzen wir wertvolle Zeichnungen verschiedener Armbruste und ihrer Spannvorrichtungen, die uns Konrad Kyeser von Eichstädt in seiner Göttinger Handschrift hinterlassen hat. Man spannte die Sehne entweder mit einer kleinen Winde, mit einem Flaschenzug oder mit einer Schraube, die ein Zahnrad bewegte. Kyeser von Eichstädt ist auch der erste, der uns Zeichnungen von großen Standarmbrusten, gewissermaßen Armbrustgeschützen, hinterlassen hat.

Unter Karl VII. von Frankreich, also zwischen 1422 und 1461, wurden die Gemeinden der Normandie zur Anpflanzung des Eibenbaumes verpflichtet, damit es nicht an Holz zu Armbrustschäften fehle. Man sieht daraus, wie groß der Bedarf an Armbrusten damals war.

Leonardo da Vinci entwarf[18]) um 1500 besonders große Armbrustgeschütze. Er beschreibt ein solches mit den Worten: „Diese Armbrust hat zwischen ihren Armen, das heißt, wo die Schnur befestigt ist, 42 Ellen und an der dicksten Stelle ohne die Armatur $1^2/_3$ Ellen und an der dünnsten $^2/_3$ Elle. Sie hat eine Höhe von 14 Ellen, ihr Schaft ist 2 Ellen breit und 40 lang, und sie schleudert 100 Pfund Stein. Und wenn sie auf dem Wege ist, wird der Schaft niedriger gemacht und den Bogen stellt man der Länge des Schaftes nach.“ Selbst die Einführung der Schießpulverwaffen konnte Bogen und Armbrust nur langsam verdrängen. Noch du Bellay-Langey, der Verfasser eines kriegstechnischen Werks, das im Jahre 1535 zu Paris erschien, zog die Armbrust den Feuerwaffen vor. In europäischen Heeren wurden, wie schon gesagt, die letzten Bogenschützen im Jahre 1627 von den Engländern bei der Belagerung von Rey verwendet. Neuerdings hat sich besonders in England das Bogenschießen wieder in Sportkreisen eingeführt. Das Armbrustschießen wird in Schützengesellschaften von Deutschland und der Schweiz seit Jahrhunderten weiter geübt. Bei uns zeichnet sich die Weimarische Stahl-Armbrust-Schützengesellschaft durch eine ruhmreiche Vergangenheit aus. Ernst von

Wildenbruch widmete ihr im Jahre 1907 einen Bannerspruch, in dem er sagte:

Alter Wein im neuen Schlauch,
junges Herz voll alter Ehre —
also war der Väter Brauch,
also laute unsere Lehre.

Nehmt die Armbrust von der Wand,
an der Väter Stahl und Waffen
soll der Nachgebornen Hand
nicht erlahmen und erschlaffen!

Täglich wird das Leben neu
überm Kern, dem alten —
haltet eure Seele treu!
Treue muß den Sieg behalten.

Griechisches Feuer.

Sagenhaft klingt uns die Kunde von jenem geheimnisvollen Kriegsfeuer, das die byzantinischen Kaiser einst gegen ihre heidnischen Feinde erfolgreich verwandten[1]).

Kallinikos, ein Baumeister aus Heliopolis in Syrien, erfand ums Jahr 671 das sogenannte griechische Feuer, richtiger byzantinisches Kriegsfeuer genannt. Es soll aus Schwefel, Steinsalz, Harz, Asphalt und gebranntem Kalk bestanden haben und aus Druckspritzen gegen die Feinde geschleudert worden sein. In welcher Weise die Mischung dieser Bestandteile bewirkt worden war, weiß man nicht. Sicherlich war die Beimischung des gebrannten Kalkes eine sehr wesentliche, denn sobald solcher mit Wasser in Berührung kommt, erhitzt er sich bis auf etwa 120 Grad. Dadurch wurden die brennbaren Bestandteile des Feuersatzes, die wesentlich tiefere Temperatur gebrauchen, entzündet. Durch die starke Erhitzung des Kalkes erfolgte aber nicht nur eine einfache leichte Entzündung, sondern es entwickelten sich in den andern Stoffen auch schnell Dämpfe, die in Verbindung mit der Luft brisant waren. Bei ihrer Entzündung bot sich dem Auge und dem Ohr ein vom gewöhnlichen Feuer sehr abweichendes Bild dar. Das griechische Feuer erzeugte also durch seine Eigenart eine große moralische Wirkung, es verursachte einen großen Brand und es konnte auf nahe Gegenstände infolge der Explosionen sogar mechanisch zerstörend wirken. Im Jahre 678 zerstörten die Byzantiner durch dieses Kriegsfeuer, das sie auch hier aus Druckspritzen schleuderten, bereits die Belagerungsflotte der Araber vor Kyzikos. Im Jahre 716 wurde die Hauptstadt Byzanz zum erstenmal durch griechisches Feuer verteidigt. Den größten Triumph erlangte die Erfindung im Jahre 941, als Kaiser Konstantin VII. mit seiner nur aus 15 Fahrzeugen bestehenden Flotte durch griechisches Feuer die aus mehr als 1000 Schiffen bestehende Flotte der Russen vor Byzanz vertrieb und zum Teil zerstörte. Der Kaiser erkannte die Wichtigkeit dieser Erfindung und sagte deshalb in seinen Schriften über die Staatsverwaltung darüber: „Ein Engel, das sage jedem, der dich darüber fragt, ein Engel brachte diese Wundergabe dem ersten christlichen Kaiser Konstantin und trug ihm auf, dies flüssige Feuer, das aus Röhren Verderben auf die Feinde

speit, einzig für die Christen und nur in der christlichen Kaiserstadt Konstantinopel zu bereiten. Niemand, so wollte es der große Kaiser, sollte dessen Zubereitung kennen lernen; kein anderes Volk, wer es immer sei. Deshalb ließ er selbst im Hause des Herrn eine Tafel aufhängen, auf der mit großen Buchstaben eingegraben stand, daß, wer dies wichtige Geheimnis einem fremden Volke verrate, als ehrlos und des christlichen Namens unwürdig erklärt werde; ihn, den niederträchtigsten Verräter, treffe die härteste und grausamste

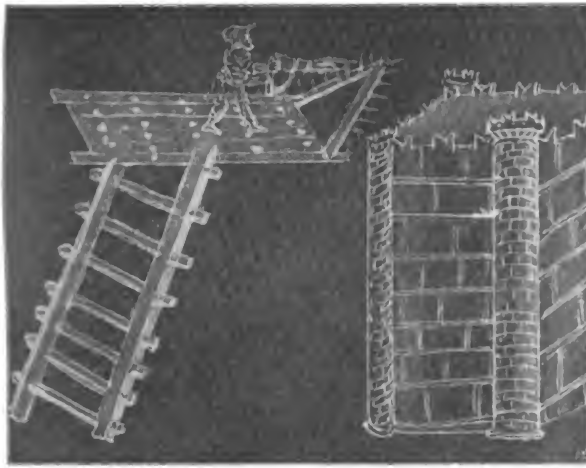


Abb. 34. Darstellung eines Kriegsfeuers als Angriffsmittel. Nach einer Zeichnung des 16. Jahrhunderts zu einem Text eines anonymen Byzantiners des 11. Jahrhunderts.

Strafe des Himmels: eine Flamme fiel, als er in das Gotteshaus kam, vom Himmel herab, ergriff ihn und enthob ihn den Blicken der von großem Schrecken ergriffenen Sterblichen.“ Der Kaiser umgab also die Erfindung mit einer geheimnisvollen Sage. Obwohl sich das griechische Feuer bis in die Zeiten der Kreuzzüge erhalten hat, wissen wir doch, wie gesagt, nichts Bestimmtes über seine Bereitung.

Unsere Abbildung 34 zeigt eine Darstellung eines Angriffsmittels nach der Beschreibung eines anonymen Byzantiners, der vermutlich spätestens im 11. Jahrhundert lebte. Wir sehen einen Krieger, der von einer Ebenhöhe aus gegen eine Befestigung kämpft.

Die Krieger auf der Befestigung sind weggelassen. Der Angreifende hält ein Rohr in der Hand, aus dem eine Feuergarbe gegen den Feind gerichtet wird. In dem Text ist von irgendeinem Geschoß nicht die Rede, sondern die Feinde weichen dem Feuer [2]).

Dem Berliner Ingenieur R. Fiedler ist es nun jüngst gelungen, das griechische Feuer in einer weit vollkommeneren Weise herzustellen. Man denke sich folgendes Experiment, das er seinen Besuchern vormacht: In eine gewöhnliche emaillierte Aufwaschwanne wird aus einem Fläschchen so viel einer geheimnisvollen Flüssigkeit gegossen, daß der Boden kaum bedeckt ist. Aus einer Gießkanne mit Brause wird dann Wasser in die Flüssigkeit gegossen und im gleichen Augenblicke züngeln hellodernde Flammen empor. Vielleicht hat diese Erfindung eine große militärische Bedeutung, denn sowohl in der Verteidigung, als auch beim Angriff kann sie verwandt werden. Das Ausland hat deshalb schon große Anstrengungen gemacht, hinter das Geheimnis zu gelangen, doch vergebens. Außer dem Deutschen Kaiser, der sich einmal sogar scherzweise als Pate dieser Erfindung bezeichnete, interessiert sich gegenwärtig auch das preußische Kriegsministerium für die Fiedlerschen Versuche. Was das Kriegsministerium mit der Erfindung anzufangen gedenkt, weiß man zwar nicht, doch ließe sich mancherlei Verwendungsweise dafür ersinnen. Bei Hafen-, Küsten- und Festungsverteidigungen wäre eine große brennende Wasserfläche eine furchtbare Waffe. Denn das Merkwürdigste ist, daß der brennende See, den Ingenieur Fiedler in Weißensee bei Berlin vorführt, sich nicht durch Wasser löschen läßt. Für diejenige Feuerwehr steht sogar eine Prämie von 1000 Mark aus, die imstande ist, mit ihren Spritzen die brennende Fläche zu löschen. Wir sehen also bei diesem Kampf des Wassers gegen das Feuer, daß die Löschkraft des Wassers versagt. Die Hitze, die der brennende See erzeugt, ist eine bedeutende, und sie ist von gewaltigen schwarzen Rauchwolken begleitet, die im Ernstfalle dem ohnedies schon unter der Hitze leidenden Angreifer die Aussicht versperren würden. Dieses moderne griechische Feuer verläßt die Rohre der Druckspritzen in langem, brennendem Strahl. Es ließen sich auf diese Weise also hölzerne Brücken, Palisaden usw. in Brand setzen, selbst Drahthindernisse zerschmelzen. Der Deutsche Kaiser ließ sich innerhalb fünf Wochen das neue griechische Feuer dreimal vorführen [3]).

Explosivstoffe.

Die heute noch weit verbreitete Ansicht, das Altertum habe bereits Explosivstoffe gekannt, ist durch nichts erwiesen. Zwar werden in den altindischen Gesängen oft heftige Wirkungen der Kriegsfeuer beschrieben, doch läßt sich aus keiner Stelle annehmen, daß eine explosive Wirkung durch diese Kriegsfeuer hervorgebracht wurde. Auch was man so häufig von einem schwarzen Pulver des römischen Ballistenmeisters Martinus [1]) liest, läßt sich auf andere Weise erklären. Apollodor, der große Baumeister des Kaisers Trajan, der Erbauer des Trajansforums und der Trajanssäule in Rom, berichtet uns in seinem Werk von der Belagerungskunst bei der Beschreibung der Breschierung von Steinmauern, man solle gepulverte Holzkohle nehmen, um Steine zu sprengen. Hier haben wir also das schwarze Pulver, das Martinus später verwendet. Und wie die Verwendung geschehen soll, sagt Apollodor [2]), indem er sich auf Thukydides beruft. Dieser erzählt nämlich, daß sich die Böotier im Jahre 424 v. Chr. mit großem Erfolg eines eigentümlichen Blasrohrs bedienten, um die Befestigungswerke der Belagerten zu zerstören [3]). Eine lange, ausgehöhlte Segelstange war mit Eisenbändern zusammengefügt und lag auf einem Rädergestell, so daß sie leicht fortbewegt werden konnte. Vorn trug dieses Feuerrohr ein Gefäß mit brennenden Kohlen, Schwefel und Pech, hinten waren Blasbälge angebracht, deren Luftstrom das Feuer in einer Stichflamme gegen die Befestigungen trieb. Da Gestein schwer zu erhitzen ist, so verwendete Apollodor die ja auch in unserer Zeit wieder aufgekommene Kohlenstaubfeuerung. Das Kohlenpulver entwickelte natürlich eine sehr große Hitze und seine glühenden Teilchen wurden zu einer langen Stichflamme mit fortgerissen. Diese Stellen bei Thukydides und Apollodor sind für uns besonders beachtenswert, weil sie erkennen lassen, wie vorsichtig man in der Erklärung technischer Ausdrücke sein muß. Wir haben schwarzes Pulver zum Sprengen und auch ein gegen die feindliche Festung gerichtetes Feuerrohr, und doch ist weder das Schießpulver noch ein Geschütz in unserm Sinne gemeint.

Viel umstritten ist die Stelle des Livius, die sich auch bei Plinius und Juvenalis findet [4]), in der erzählt wird, daß Hannibal im Jahre 218

v. Chr. das Gestein der Alpen mit Essig gesprengt habe. Man wußte nämlich nicht, ob diejenigen Handschriften recht haben, die „aceto“ schreiben, oder die, die „aceta“ enthalten. Dies hieße Hannibal habe den Übergang entweder mit Essig oder mit Picken bewirkt. Als wichtigsten Einwand gegen die alte Lesart „Essig“ warf man ein, daß es nicht so leicht möglich gewesen wäre, mittels eines auch noch so großen Holzfeuers eine genügende Hitze zu erzeugen, um den Fels so zu erhitzen, daß der daraufgegossene Essig ihn auseinander sprengen könne. Diese Annahme ist auch richtig, doch Hannibal kannte sicherlich die Kriegsschriftsteller und also auch das Feuerrohr des Thukydides, der doch einer der wahrhaftigsten und kritischsten Berichterstatter war. Mit der Stichflamme eines Feuerrohrs, wie es vor Delion verwendet wurde, ist es nicht schwierig, Gestein zu erhitzen. Hannibal verwandte gerade Essig, weil er schwerer verdunstet als Wasser, und deshalb tiefer in die Poren und Spalten der Steine eindringen kann, um dort zerstörend zu wirken. Natürlich wird Hannibal nicht nur mit Feuer und Essig das Gestein gesprengt haben, wie wir ja auch heute im Berg- und Straßenbau nicht mit Sprengmitteln allein arbeiten. Hing ein Felsen den Pionieren Hannibals im Wege, so wird man zunächst mit Hammer und Meißel gearbeitet haben. Dem Berichterstatter aber galt es als besonders merkwürdig zu verzeichnen, daß man große Felsstücke auf leichte Weise mit Feuer und Essig loslösen konnte. Die gesamten römischen Schriftsteller waren schlechte Kenner der Naturwissenschaften, sicherlich schlechter als ihre Vorgänger, die Griechen. Darum sind ihre Texte oft sehr dürftig und verworren. Wir haben jedoch keinen Grund, aus den angeführten Stellen zu bezweifeln, daß Hannibal im Jahre 218 v. Chr. den Essig und das Feuer als Hilfsmittel zu seinem Alpenübergang benutzte[5]).

Die Geschichte des ältesten und wichtigsten Explosivstoffes, des Schwarzpulvers, beginnt in China. Daß die Chinesen am Ende des 12. Jahrhunderts eine salpeterhaltige Explosionsmischung und ihre Ladung in eiserne Bomben gekannt und von dieser Neuerung im Jahre 1232 bei der Mongolenbelagerung von Pien-King mit Erfolg Anwendung gemacht hätten, kann vorläufig nur als höchstwahrscheinlich angenommen werden[6]). Sicher ist die betreffende chinesische Textstelle keineswegs, denn es ist darin kein Wort zu finden, das den Zusatz von Salpeter zu dem damals von den Chinesen verwendeten Kriegsfeuer zweifellos beweisen würde. Das betreffende chinesische Schriftzeichen, was man jetzt für „explodieren“ liest, ist philologisch nicht einwandfrei. Es liegt in der Eigentümlichkeit der chinesischen Schrift, daß sich ein Schriftzeichen für einen neuen Begriff — und das war doch damals das salpeterhaltige Explosionsgemisch — nicht neu bildet, sondern aus Charakteren anderer Begriffe zusammensetzt. Da die Araber aber gegen Ende des 13. Jahrhunderts den Salpeter „Schnee von China“ nennen, und wir von keinem andern Volk einen früheren Hinweis auf den Ur-

sprung des Salpeters haben, so bleibt vorläufig die Überlieferung bestehen, daß wir den Chinesen die Kenntnis des Schwarzpulvers verdanken.

Der erste, der uns ganz eingehend und klar vom Schießpulver berichtet, ist Roger Baco[7]), jener um seiner wissenschaftlichen Forschungen willen schwergeprüfte englische Franziskanermönch. In seiner im Jahre 1242 verfaßten Schrift „Über die geheimen Kräfte der Kunst und der Natur", einem wissenschaftlichen Werk, das weit über den Kenntnissen der damaligen Zeit stand, lesen wir über die Bereitung des Schießpulvers im ersten Kapitel: „Laß das gesamte Gewicht 30 sein, jedoch von Salpeter nehme sieben Teile, fünf von jungem Haselholz und fünf von Schwefel, und du wirst so Donner und Zerstörung hervorrufen, wenn du die Kunst kennst." Baco hat diese Stelle allerdings nicht ganz ausgeschrieben, sondern den letzten Teil des Rezeptes durch Umsetzung der Buchstaben in den Worten versteckt gehalten. Er sagt auch in seinem Werk an anderer Stelle, daß er wegen der Größe seiner Geheimnisse zu gewissen geheimen Methoden des Ausdrucks seine Zuflucht nehmen müsse. Nachdem es jahrhundertelang nicht gelungen war, die Rätselschrift Bacos richtig zu erklären und infolgedessen auch die im Jahre 1543 zu Paris und 1618 zu Hamburg erschienenen Druckausgaben der Bacoschen Schrift eine falsche Lesart dieser Stelle aufweisen, ist es jüngst einem englischen Offizier gelungen, die Erklärung richtig zu geben[8]). Nirgendwo findet sich aber bei Baco eine Anspielung auf den Gebrauch des Schießpulvers für Feuerwaffen, und es scheint demnach, daß Baco nur die zerstörende, sprengende Wirkung, nicht die Triebkraft des Schießpulvers kannte.

Aus lateinischen Abschriften kennen wir eine ursprünglich griechisch geschriebene Schrift eines gewissen Marchus[9]), die über Kriegsfeuer handelt und um die Mitte des 13. Jahrhunderts verfaßt wurde. Auch darin wird das Schießpulver erwähnt. Unklar ist bisher die Quelle, aus der hervorgehen soll, daß ein Mönch Namens Severin aus dem Kloster Wahlstatt bei Liegnitz damals an der Verbesserung des Schießpulvers beteiligt gewesen sein soll. Noch weniger weiß man heute mit einem Mann Namens Altirel aus Prag und mit einem Juden Tibseles anzufangen, die früher gleichfalls in Verbindung mit der Einführung des Schießpulvers genannt werden[10]).

Sahen wir bisher also, daß die Geschichte der Erfindung und Einführung des Schießpulvers in tiefes Dunkel gehüllt ist, so müssen wir den Chinesen die Ehre zuerkennen, ein Geschütz für das Schießpulver erfunden zu haben. Das sei aber vorab bemerkt: eine Pulverschußwaffe in unserm Sinne war dieses chinesische Rohr n i c h t, denn ihm fehlte jede Durchschlagskraft der Geschosse. Die erste Verwendung dieses chinesischen Feuerrohrs fällt ins Jahr 1259. Die chinesischen Annalen[11]) nennen es „Lanze des ungestümen Feuers". Dieses Geschütz bestand aus einem Bambusrohr, welches schichtenweise mit verschiedenartigen Schießpulvermischungen gefüllt wurde,

und zwar wechselten stets schnellbrennende Schichten mit langsam brennenden ab. Dadurch entstand eine eigenartige Wirkung. Die schnell brennenden Klumpen der Ladung warfen die vor ihnen liegenden langsam brennenden Klumpen aus dem Rohr hinaus gegen die Feinde. Wir verfertigen heute in der Kunstfeuerwerkerei noch ähnliche Brandrohre unter dem Namen Römische Kerzen oder Leuchtkugeln. Der Zweck der chinesischen Waffe war also nicht, durch die Treibkraft des Schießpulvers zerstörende Geschosse zu schleudern, sondern durch die wegfliegenden Brandsätze den Feind zu vertreiben und seine Werke in Brand zu stecken.

Bei dieser Gelegenheit kann man sich schon klar machen, wodurch die Einführung des Schießpulvers so gewaltige Umwälzungen in der Kriegstechnik mit sich brachte. Stellen wir uns nämlich vor, man hätte statt der Schießpulverklumpen gewöhnliche Feuerpfeile gegen den Feind geschossen, wie das ja im ganzen Altertum geschah, so möchte man im ersten Augenblick denken, die Wirkung sei die gleiche gewesen. Bei näherer Überlegung kommen wir aber zur Einsicht, daß ein schnell geschossener Feuerpfeil durch den Luftzug erlöschen mußte, während das salpeterhaltige Schießpulver auch im starken Luftzug nicht erlischt. Die neuen chinesischen Brandgeschosse kamen also, wie ihre Benennung richtig ausdrückt, mit großem Ungestüm und deshalb mit gewaltiger moralischer Wirkung auf den Feind daher. Es dauerte fast noch ein Viertel Jahrtausend, bis die schießtechnische Leistung der Schießpulvergeschütze und Handfeuerwaffen wirklich brauchbar war; die moralische Wirkung hat in dieser Zeit das meiste getan.

Übergehen wir hier die im folgenden Kapitel dargelegte Entwicklung der Geschütze und wenden wir uns weiter der Geschichte der Explosivstoffe zu.

Unter den großen Männern der damaligen Gelehrtenwelt war es besonders Albertus Magnus, der durch seine ums Jahr 1255 verfaßte Schrift „Über das Wundersame der Welt“ das Schießpulver bekannt machte. Er verwendet es zum Füllen einer geschlossenen Hülse, um einen Knall zu erzeugen. Also noch nicht, um Geschosse zu schleudern. Nachdem diese Schrift des Albertus im Jahre 1492 gedruckt worden war, wurde er 1520 in einem Buch über die Geschichte der Erfindungen irrtümlicherweise als Erfinder des Schießpulvers ausgegeben [12]).

Wie wir bereits vorhin hörten, kannten die Araber, und zwar der arabische Kriegsingenieur Hassan Alrammah [13]) ums Jahr 1285, den Salpeter unter dem Namen „Schnee von China“. Man verwendete ihn in der arabischen Kriegstechnik jener Zeit zur Anfertigung von Schießpulver, das in Raketen geladen wurde. Im Abendland sind die Raketen erst im Jahre 1379 in Italien nachweisbar [14]). Eingehend beschrieben werden sie in der noch heute gebräuchlichen Form 1405 von Konrad Kyeser von Eichstädt (s. S. 27). Recht eigenartig sind die Anwendungen, die der Italiener de Fontana in einer ums

Jahr 1420 verfaßten, jetzt in der Münchener Staatsbibliothek befindlichen Handschrift[15]) von Raketen machte. Die gewöhnliche Rakete fertigte er in Gestalt einer Taube, auf dem Wasser treibende Raketen sind fischförmig und auf dem Lande will er Raketen, die die Gestalt eines Hasen haben, auf Rädern laufen lassen. Es scheint, daß Fontana diese Vorrichtungen von den Arabern kennen gelernt hatte, denn der soeben genannte Hassan Alrammah bildete schon fischförmige Raketen ab, die auf dem Wasser schwammen. Diese Waffe ist uns neuerdings unter dem Namen Torpedo bekannt. Besonders interessant ist das in unserer Abbildung 35 wiedergegebene Raketengeschoß von Fontana. Auf den Wellen schwimmt ein schifförmiger

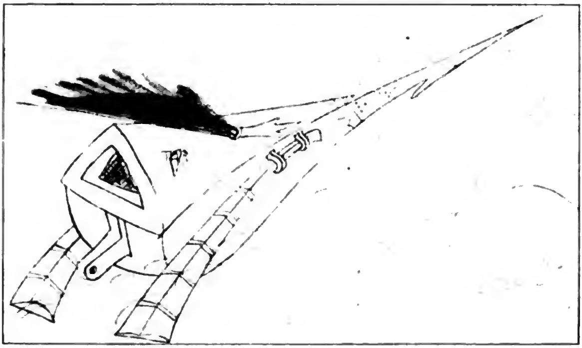


Abb. 35. Automobiler Torpedo von de Fontana, 1420.

Kasten, der wie das Gesicht eines Menschen bemalt ist. Er ist mit einer scharfen Spitze versehen und trägt nach hinten zu zwei ins Wasser greifende Steuerflächen, damit die Fahrrichtung eingehalten wird. Den Antrieb erhält dieser Torpedo durch zwei seitwärts herausragende Raketen, die durch ihre rückstoßende Kraft das Fahrzeug gegen ein feindliches Schiff treiben sollen. Das Innere des Schiffskörpers ist mit Schießpulver geladen, das in Brand gerät, wenn die Raketen abgebrannt sind. Man sieht also, daß die Torpedos keineswegs eine neue Erfindung sind. Auch in unserer nächsten Abbildung finden wir torpedoartige Geschosse nach einer Abbildung der Fontanaschen Abschrift. Es sind treibende Minen, die aus einem vierläufigen Geschütz einer Festung in den Fluß geschossen werden. Die Strömung nimmt sie mit, um sie gegen feindliche Schiffe oder Werke zu führen. Der englische General Congreve lernte um 1800

die Brandraketen in Indien kennen und führte sie 1805 ein. Eine der wichtigsten Verwendungsarten der Raketen werden wir in dem Kapitel über die Rettung aus Seenot noch kennen lernen.

Kehren wir zu den ältesten Nachrichten über das Schießpulver zurück. Im christlichen Europa ist da zunächst eine Urkunde des Marinearsenals zu Rouen beachtenswert, die uns berichtet, daß am 11. Juli 1338 Thomas Fouques, der Verwalter des Königlichen Galerenhauses, den Landtruppen verschiedene Kriegsgeräte übergab, unter denen sich auch „ein eiserner Topf, um Feuerpfeile zu werfen,



Abb. 36. Schwimmende Minen in einem Fluß, nach de Fontana, 1420.

48 eiserne Pfeile, ein Pfund Salpeter und ein halbes Pfund Schwefel, um Pulver zu machen, womit die genannten Pfeile geschossen werden", befanden [16]).

Das älteste bisher bekannt gewordene Schießpulverrezept verzeichnete jemand ums Jahr 1338 in ein theologisches Manuskript, das sich gegenwärtig in der Münchener Staatsbibliothek befindet [17]).

Ein auch noch in Fachbüchern weit verbreiteter Irrtum ist es, anzunehmen, daß wir schon im 14. Jahrhundert in Europa Schießpulver fabrikmäßig hergestellt hätten. Man spricht dabei von Schießpulvermühlen in Augsburg 1340, in Spandau 1344, in Liegnitz 1348 und in Lübeck 1360. Eingehende Nachforschungen in den Archiven dieser Städte ergaben [18]) nicht den geringsten Anlaß dafür. In Spandau

ist eine Pulvermühle erst 1578 nachweisbar, von Lübeck berichtet die Chronik nur, daß im Jahre 1360 das Rathaus in Brand geriet, „durch die Unvorsichtigkeit derer, die das Schießpulver für die Geschütze zubereiten“. Es ist natürlich zu weit gegangen, aus einer solchen Notiz zu folgern, daß diese Schießpulverbereitung in großen Mühlen erfolgt sei. Der Bedarf an Schießpulver war damals ungemein gering. Grobes Geschütz war noch selten, und Handbüchsen kommen überhaupt erst gegen Ende des 14. Jahrhunderts vor. Außerdem



Abb. 37. Schießpulverbereitung nach dem Artilleriebuch, von etwa 1380.

wurden Büchsenmeister und Feuerwerker nur dann angenommen, wenn eine Fehde drohte. Sie zogen im Lande umher und waren heute beim Freund, übers Jahr beim Feind in Dienst. Über die Schießpulverbereitung des 14. Jahrhunderts gibt uns jedoch eine in der Münchener Staatsbibliothek befindliche Handschrift in Wort und Bild richtige Erklärung[19]). Wie wir aus unserer Darstellung (Abb. 37) erkennen, wurde damals mit der Stampfe, nicht mit der Mühle, gearbeitet. Der Stößel zum Stampfen hängt an einem federnden Stück Holz, das an der Decke des Arbeitsraumes befestigt ist. Erst weit später finden wir in der technischen Literatur Pulver-

mühlen. Am gebräuchlichsten blieben lange Stampfwerke, wie sie Abb. 38 zeigt. Wir sehen hier eine Darstellung aus dem Skizzenbuch des Hussiten-Ingenieurs, das ums Jahr 1430 verfaßt wurde (s. S. 29). Über dem Bild lesen wir: „Item daz ist ain stampff damit man puluer stost vnd dye stampff gent all drey in ain loch ainer auff

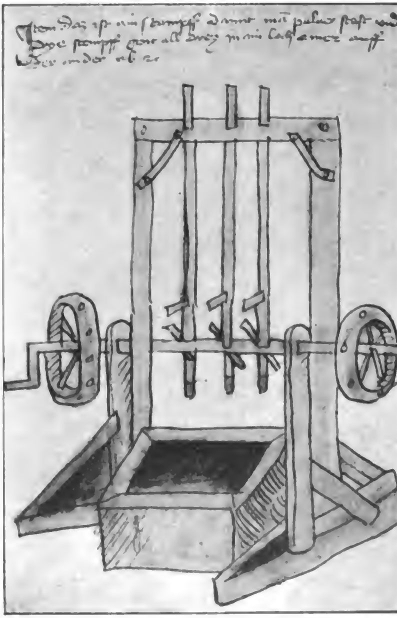


Abb. 38. Pulverstampfe von 1430.

der ander ab etc." (Also das ist eine Stampfe, damit man Pulver stößt. Und die Stampfer gehen alle drei in ein Loch, der eine auf, der andere ab usw.) Besonders bemerkenswert an der Maschine ist die Verwendung von Schwungrädern, die bisher nirgendwo früher nachgewiesen werden konnten.

Die Handschrift, der Abb. 38 entnommen ist, ist auch noch in mancher andern Hinsicht für die Kenntnis der Schießpulverbereitung

von großem Wert. Sie erklärt in großen Bildern mit eingehenden Beschreibungen die Gewinnung des Salpeters, die Reinigung und das Schmelzen desselben, sowie die Bereitung der verschiedenen Arten von Schießpulver. Im nächsten Kapitel werden wir auch die in der Handschrift enthaltenen Geschütze (Abb. 43 und 44) kennen lernen[20].

Tiefgehende Kenntnisse in der Bereitung des Schießpulvers besaß ein gewisser Abraham[21]), der, vermutlich aus Memmingen stammend, am 24. August 1422 zu Innsbruck in den Dienst Herzogs Friedrich IV. von Österreich trat. Dieser Abraham gilt als Verfasser des artilleristischen Hauptwerks des 15. Jahrhunderts, des sogenannten „Feuerwerksbuches", das noch heute in vielen Abschriften erhalten ist, deren älteste sich im Germanischen Museum in Nürnberg befindet. Es enthält alles, was der Artillerist und Feuerwerker wissen mußte. Im Jahre 1529, als es seine große Bedeutung infolge der inzwischen gemachten Fortschritte schon verloren hatte, erschien es zu Augsburg im Druck. Einer der Hauptabschnitte des Feuerwerksbuchs sind die sogenannten zwölf Büchsenmeisterfragen, eine Art Katechismus, den jeder Sachkundige auswendig wissen mußte. In der elften Frage wird zum erstenmal das gekörnte Schießpulver an Stelle des bis dahin gebräuchlichen staubförmigen beschrieben. Solch „Knollenpulver" war nicht nur haltbarer, sondern auch stärker in der Wirkung als das Mehlpulver. Geradezu erstaunlich ist die Vorschrift zu einem modernen Explossivstoff, die sich im Feuerwerksbuch findet. In den deutschen Reichspatenten Nr. 12122 vom Jahre 1880 und 39511 von 1886 wird das Verfahren des Feuerwerksbuchs nochmals erfunden! Nach dem Erscheinen des Feuerwerksbuchs wurde diese eigenartige Vorschrift noch häufig wortgetreu in andere Werke übernommen, aber niemand hatte die Einsicht, welch ungeheure Wirkung ein solcher Dynamitsprengstoff enthalte. Wäre die Erfindung weitergebildet worden, dann hätten sich daraus für die Menschheit Umwälzungen ergeben müssen, denen gegenüber die durch Schießpulver tatsächlich hervorgerufenen Umwälzungen verschwindend klein erscheinen! So ruhte dieses gewaltige Rezept, bis Ascanio Sobrero im Jahre 1847 ein ähnliches Produkt entdeckte, das Nitroglyzerin. Zwanzig Jahre später tränkte Alfred Nobel Infusorienerde mit Nitroglyzerin und erfand so das Dynamit, das gegen Stoß und Schlag viel weniger empfindlich ist, als Nitroglyzerin und sich deshalb leicht zu Sprengpatronen formen läßt. Hätte jemand das Rezept des Nitroexplosivstoffs im Feuerwerksbuch genau verfolgt und das damals fast in allen Schießpulverrezepten vorkommende Quecksilber auf seinen Niederschlag in Weingeist und Salpeter untersucht, so wäre er unbedingt auf die Erfindung des Knallquecksilbers gekommen. Es ist geradezu verwunderlich, daß wir nichts Derartiges von den alten Feuerwerkern hören. Wahrscheinlich kannte der niederländische Physiker Drebbel das Knallquecksilber schon im Jahre 1608, doch erst der englische Chemiker Edward Howard fand diesen

Sprengstoff 1799 endgültig wieder. Zwei Jahre vor ihm hatte Bryan Higgins ein Knallsäuresalz gefunden, das später von Liebig als knallsaures Gold erkannt wurde. Seine Arbeiten gingen auf die Entdeckung des Franzosen Berthollet zurück, der am 24. Mai 1788 der Pariser Akademie der Wissenschaften eine Verbindung von Silber und Ammoniak, das sogenannte Knallsilber, gezeigt hatte. Dieses Knallsilber darf jedoch nicht mit dem Knallsalz des Silbers, dem Silberfulminat verwechselt werden, das 1802 von dem Italiener Brugnatelli erfunden wurde.

Meist führt man die Erfindung des ersten brisanten Explosiv-



Abb. 39. Feuerwerkslaboratorium. Kupferstich von J. Meyer, 1606.
(German. Museum, Nürnberg.)

stoffs der Praxis, des Knallgoldes, auf einen Erfurter Mönch Namens Basilius Valentinus zurück, der im 15. Jahrhundert gelebt haben soll[22]). Tatsächlich hat ein Mann dieses Namens sich nicht ermitteln lassen, sondern wir wissen, daß Johann Thölde in Frankenhausen im Jahre 1609 alchimistische Schriften herausgab, worin er Basilius Valentinus als Verfasser vorschob, um seinen eignen Arbeiten ein höheres Alter und einen geheimnisvollen Ursprung zu geben. Ob das in der Thöldeschen Schrift erwähnte Knallgold seine eigne Erfindung ist, ließ sich noch nicht genau feststellen. Es ist nicht ausgeschlossen, daß der schon erwähnte Drebbel, ein hervorragender Kriegstechniker seiner Zeit, das Knallgold ebenso erfand, wie das Knallquecksilber.

Die Pikrinsäure wurde 1771 von Peter Woulfe aus Indigo hergestellt. Es war dies gleichzeitig die erste Herstellung eines künstlichen Farbstoffes. Bei ihrer Bereitung aus Seide mit Salpetersäure bemerkte Welter 1799, daß dies Produkt in der Hitze verpufft. 1836 nannte Dumas den Stoff „Pikrinsäure". Das zur Darstellung von Buntfeuern, Streichhölzchen und Zündspiegeln wichtige chlorsaure Kali war bereits um die Mitte des 17. Jahrhunderts dem Alchimisten Johann Rudolf Glauber bekannt, doch hatte er seine Entdeckung unbeachtet gelassen, und erst der Franzose Berthollet fand 1786 reines chlorsaures Kali wieder.

Im Jahre 1832 fand Henri Braconnot, daß Stärke und Holzfasern bei Behandlung mit konzentrierter Salpetersäure ein Produkt ergaben, das sehr leicht verbrennlich sei. Als Pelouze sechs Jahre später diese Versuche fortsetzte, konnte er der Pariser Akademie der Wissenschaften mitteilen, daß derartige mit Salpetersäure behandelte Stoffe als Sprengstoffe verwendbar seien. Eine solche Masse herzustellen gelang zuerst Dumas im Jahre 1840, und fünf Jahre hernach erzielte Schönbein durch Einwirkung von Salpetersäure und Schwefelsäure auf Baumwolle die bei Einwirkung eines Knallpräparats heftig explodierende Schießbaumwolle, von der ein Gramm 755 ccm Gas liefert. Im Kriege wurde sie zum erstenmal von den Österreichern bei Verteidigung des Hafens von Venedig im Jahre 1859 in Torpedos angewandt. Das Produkt war damals jedoch noch so unzuverlässig, daß man seine Verwendung wieder aufgab, bis Abel 1865 eine zersetzungssichere, kriegsbrauchbare Schießbaumwolle zustande brachte [23]).

Das rauchschwache Schießpulver wurde im Jahre 1864 zuerst von dem Artilleriehauptmann Eduard Schultze in Potsdam hergestellt und in der Volkmannschen Fabrik zu Preßburg namentlich für Jagdzwecke in beträchtlichen Mengen angefertigt. Zwei Jahre später brachten Prentice & Sons in Stowmarket ein rauchschwaches Pulver in den Handel, das aus komprimierter Schießbaumwolle hergestellt und durch Behandlung mit Kautschuklösung gegen die Witterung unempfindlich gemacht worden war. Der erste, der ein rauchschwaches Pulver für militärische Zwecke anfertigte, war Max Duttenhofer, der Direktor der Pulverfabrik in Rottweil, der unter der Bezeichnung „R. C. P." 1884 ein recht brauchbares rauchschwaches Schießpulver anfertigen ließ. Es ist also nicht richtig, dem Franzosen Vieille, der 1886 auftrat, die Erfindung des rauchschwachen Pulvers ohne weiteres zuzuschreiben.

Sicherlich ist manchem der Leser aufgefallen, daß bisher mit keinem Worte des Mannes gedacht wurde, der seit Jahrhunderten als Erfinder des Schießpulvers galt, des schwarzen Bruders Berthold.

Bis vor kurzem wußte man nichts Sicheres über ihn. Da führte ich eine einheitliche Nachforschung der alten Quellen durch, und siehe, der vielgenannte Erfinder trat, wie wir im nächsten Abschnitt sehen werden, in einem neuen Lichte vor uns.

Geschütze.

Wir haben im voraufgegangenen Kapitel gehört, wie man erst allmählich zu den verschiedenen Verwendungsarten des Schießpulvers kam, daß man aber weder in China noch bei den Arabern oder den Europäern im 13. Jahrhundert die treibende Kraft der neuen Mischung zu verwenden verstand.

Im ersten Viertel des 14. Jahrhunderts finden wir zwar in verschiedenen Quellen Andeutungen, aus den Niederlanden, aus Augsburg und Venedig, die sich auf Geschütze beziehen können, doch es ist noch nicht gewiß, ob sich in der ursprünglichen Fassung der Chroniken Angaben über Geschütze vorfinden. Es bedarf noch mühsamer Nachforschungen, um die älteste Geschichte der Geschütze richtigzustellen. Da liest man zum Beispiel heute noch vielfach, 1324 sei Deutschlands erste Kanone in Metz nachweisbar. Bei genauem Studium der alten Metzer Reimchronik fand ich aber, daß dort kein Wort von einer Kanone steht, daß vielmehr erst 1430 — also zu einer Zeit, da Geschütze längst bekannt waren — ein Abschreiber die französischen Ausdrücke für „Feldgeschütz" mit „Standschleuder" verwechselt hat [1]). So wird auch noch manch andere Nachricht über alte Geschütze auf willkürliche Einschiebungen späterer Abschreiber zurückzuführen sein. Die nachstehenden Daten über angebliche Geschützverwendungen sind in diesem Sinne als nicht einwandfrei anzusehen: 1325 ein Geschütz bei Baza in Spanien, 1326 ein solches in einer Florentiner Urkunde, 1331 die Nachricht von Eisengeschossen bei der Belagerung von Alicante, 1340 derartige Geschosse vor Tarifa, 1346 englische Geschütze in der Schlacht bei Crécy.

Auch hat man lange Zeit die Nachrichten einzelner Chronisten nicht wörtlich genug genommen. Dies gilt zumal von der Nachricht des Chronisten Johannes Rothe in der Thüringer Chronik, wo berichtet wird, daß Herzog Albrecht II. von Braunschweig bei der Verteidigung von Einbeck gegen Markgraf Friedrich von Meißen im Jahre 1365 ein Geschütz verwandte. Da Rothe den Zusatz macht: „Diz war dy erste Büchse, dy in diesen Landin vernommen ward", hat man den Begriff „in diesen Landen" auf ganz Deutschland überhaupt ausgedehnt, während der Chronist doch nur die thü-

ringischen Lande meint. Tatsächlich haben wir denn auch, wie wir noch sehen werden, ältere Angaben aus Deutschland über die Verwendung der Geschütze.

Wenn wir die bisher selbst in der Literatur der historischen Waffenkunde ungeklärten Daten hier übergehen, so müssen wir eine vor wenigen Jahren aufgefundene Malerei als die älteste Urkunde für die Existenz von Geschützen ansehen. Abb. 40 zeigt uns diese Geschützdarstellung am unteren Rande des Schlußblattes eines in Oxford befindlichen, 1326 niedergeschriebenen Manuskripts „Über die Pflichten der Könige". Wir sehen links ein Festungstor, das von einem Turm überragt wird. Vor dem Tor hat ein Ritter in voller Rüstung mit seinem Geschütz Aufstellung genommen. Wir müssen annehmen, daß der Maler ein Geschütz nur flüchtig oder gar nur vom Hörensagen kannte, denn die Lagerung des Rohres auf einem dünnbeinigen Tisch wäre ganz unmöglich. Das Rohr ist nicht zylindrisch, sondern zeigt außen die Form einer Vase. Vielleicht ist diese Form gewählt, um die Pulverkammer stark genug zu machen. Wir können uns also trotz der sonderbaren Form die Bohrung dieses Geschützes zylindrisch vorstellen. Der Ritter, der hinter dem Geschütz steht, hält mit einer Stange eine brennende Lunte an eine kleine Pfanne, die — allerdings nur undeutlich — oben auf dem Geschütz zu erkennen ist. Gleichzeitig ist dargestellt, wie die mit einem Pfeil verbundene Kugel zur Mündung des Geschützes herausfährt, um das gegenüberliegende Festungswerk zu treffen. Irgend ein Wort der Erklärung ist in der Handschrift zu diesem Bilde nicht zu finden. Hingegen wissen wir aus einem ums Jahr 1375 verfaßten Gedicht, daß König Eduard III. von England gegen Robert Bruce, König von Schottland, „crakys of wer", also Kriegsgeschütze, mit sich führte, die man als „Neuigkeiten, . . . die bisher nicht in Schottland waren, . . . welche sie nie vorher gehört hatten", anstaunte. Da dieser Feldzug im Jahre 1327 stattfand, können wir weiter annehmen, daß sich die Malerei der Oxforder Handschrift auf ein Geschütz bezieht, das Eduard II., der im September 1327 ermordet wurde, besaß [2]).

Im Jahre 1331 verwendeten deutsche Ritter, die Herren von Krusberg und von Spilimberg, bei der Belagerung von Cividale del Friuli in Venetien ein Geschütz; doch wird ausdrücklich in der Chronik bemerkt, daß das Instrument nichts geschadet habe [3]). Es würde hier zu weit führen, die vielen Nachrichten wiederzugeben, die wir von Geschützen aus dem 14. Jahrhundert haben. Wir wollen uns nur auf die Angaben beschränken, die von besonderem Interesse sind oder die sich auf Deutschland beziehen.

Vor dem Jahre 1344 spricht der große Dichter und berühmte Gelehrte Francesco Petrarca von den neuen Geschützen [4]). Da ruft der eine: „Ich besitze unzählige Maschinen und Ballisten!" Der Dichter antwortet ihm: „Es ist ein Wunder, daß du nicht auch jene metallenen Eicheln hast, die ein Flammenstoß unter schrecklichem



Abb. 40. Die älteste bekannte Malerei eines Schießpulvergeschützes in einer Handschrift von 1326.

Donner entsendet. Es war nicht genug, daß der erzürnte Gott vom Himmel blitzte; auch das Menschlein muß von der Erde donnern! Seine Wut ahmte den Blitz nach, und was sonst aus den Wolken geschleudert wurde, das wirft man nun aus einem hölzernen, aber höllischen Instrumente, das nach einiger Meinung die Erfindung des Archimedes ist. Der aber gebrauchte es, um seiner Mitbürger Freiheit zu schützen, ihr aber unterdrückt damit freie Völker! Diese Pest war bisher noch so selten, daß man sie wie ein Wunder



Abb. 41. Feldgeschütz aus den „Chroniques de Saint Denis" im British Museum in London. 15. Jahrhundert.

bestaunte; nun aber ist sie, da man bei den schlechtesten Dingen stets am gelehrigsten, so gemein wie jede andere Art von Waffen." Daß die Erfindung hier gar bis auf Archimedes zurückgeführt wird, beweist, wie wenig man sich schon um die Mitte des 14. Jahrhunderts über den Ursprung der Geschütze klar war.

In Deutschland finden wir im Jahre 1344 einen Feuerschützen beim Erzbischof von Mainz[5]), und zwei Jahre später läßt sich aus den Aachener Stadtrechnungen unzweifelhaft entnehmen, daß dort ein eisernes Geschütz beschafft wurde[6]). Es werden nämlich verschiedene Ausgaben dafür angeführt, so für die eiserne Büchse selbst, für Salpeter, für das vom Zimmermann zu liefernde Holzwerk und für ein Dutzend eiserne Bolzen.

Im allgemeinen bleibt das billige Gußeisen das Hauptmetall der Geschütze, doch kommt auch vereinzelt Bronze zum Geschützguß

vor. Da man zu Doornik in Belgien im Jahre 1346 eine Kanone bei einem Zinngießer bestellte, kann man annehmen, daß dies bereits ein Bronzegeschütz war[7]). Im Jahre 1356 zahlte die Stadt Nürnberg einem Meister Namens Saenger Lohn für Geschütz und Pulver aus[8]), und in Erfurt findet man sechs Jahre später eine Nachricht vom Geschütz[9]). Von den deutschen Städten folgt dann 1364 Mühldorf, 1365 das schon erwähnte Einbeck, 1368 Braunschweig und Frankfurt a. M., 1370 Köln und 1371 Augsburg[10]). Vom Jahre 1380 ab finden sich fast in jedem Jahre Nachrichten über Geschütze.

Sehr wenig Beachtung hat man bisher der Entwicklung der älteren Geschosse gewidmet, und doch sind sie, nicht das Geschütz, das Wichtigste beim Schießen. Wenn man verschiedene der ältesten Quellen miteinander vergleicht, so kommt man zum Schluß, daß die ältesten Geschosse für Schießpulvergeschütze wohl Kugelpfeile waren, wie wir einen solchen in Abb. 40 sehen[11]). Daneben wird man der Billigkeit halber auch häufig Steinkugeln verwendet haben. Eine frühe Erwähnung des „geschôz", das „aus ainer Schozpüchsen" geschossen wird, findet man 1349 in der Naturgeschichte des deutschen Gelehrten Konrad von Megenberg[12]). Es wird allerdings nur vergleichsweise erwähnt und deshalb seine Form und sein Material nicht beschrieben. Das Gewicht der Geschosse und mithin ihr Durchmesser war schon früh sehr bedeutend. Im Artilleriemuseum zu Turin befindet sich beispielsweise ein Geschütz aus dem letzten Viertel des 14. Jahrhunderts, das ein Kaliber von 48,5 cm hat. Nimmt man an, daß sein Geschoß mit einem Spielraum von $^1/_{20}$ Rohrdurchmesser im Rohr saß, so berechnet sich das Gewicht einer hineinpassenden Steinkugel auf etwa 123 kg[13]). Wo sehr große Kugelgewichte erwähnt werden, wird man oft gut tun, einen Teil des angegebenen Gewichts auf die Eitelkeit oder die Phantasie der Berichterstatter in Abrechnung zu bringen. Riesengeschütze waren so schwierig zu befördern, so umständlich aufzustellen und so langwierig zu bedienen, daß sie schon aus diesen Gründen für einen regelrechten Kampf kaum in Frage kamen. Das älteste wohl noch erhaltene Riesengeschütz ist die „Faule Magd", die im Dresdener Arsenal aufbewahrt wird. Sie hat ein Kaliber von 34,5 cm und ihre Steinkugeln wiegen 48 kg. Ihre Entstehungszeit fällt in die Jahre 1382 bis 1440[14]). Ehemals besaß Braunschweig die „Faule Mette", die auf älteren Stichen aufs Jahr 1411 datiert ist[15]). Ihre Ornamente sprechen aber eher für die Entstehung am Schlusse des 15. Jahrhunderts. Von ihr wird erzählt, daß sie nur neun Schüsse abgegeben habe. Zunächst wurde sie mit drei Schuß in der üblichen Weise ausprobiert, oder wie man sagt, „beschossen". 1492, als Herzog Heinrich der Ältere Braunschweig belagerte, gab sie zwei Schüsse ab. 58 Jahre später zerschellte beim nächsten Schuß die Steinkugel im Rohr. Als man dann nach 48 Stunden wiederum einen neuen Schuß wagte und das Ungetüm mit vieler Mühe gegen das Lager Herzogs Heinrich des Jüngeren gerichtet hatte, flog die mächtige Kugel weit über das

Lager hinweg und vergrub sich in einem Sumpf, ohne irgend jemand Schaden zu tun. Nach hundertjähriger Muße kam das Geschütz erst wieder in Tätigkeit, um zur Feier des Reformationsfestes im Jahre 1650 Salutschüsse abzugeben. Beim ersten Schuß sprangen zur Freude der braunschweiger Glasermeister alle Fensterscheiben; beim zweiten und letzten grub sie sich so tief in die Erde ein, daß man mit Winden und Hebzeug sie nicht mehr zu einem dritten flottmachen konnte. Das Gewicht des Rohrs wird auf 180 Zentner, der Steinkugeln auf 6—7 Zentner angegeben.



Abb. 42. Belagerungsgeschütz auf dem Fresco in St. Leonardo in Leccetto bei Siena, gemalt 1340.

Unausrottbar festgewurzelt ist der Glaube an die „Faule Grete", das Riesengeschütz Friedrichs I. von Brandenburg aus den Jahren 1413—14 . Tatsächlich hat der Markgraf ein solches Geschütz niemals besessen und konnte es also auch nicht im Kampfe gegen die Burgen der Quitzows in der Mark verwenden. Tatsache ist hingegen, daß der Probst Johann von Waldau dem Markgrafen die Glocken der Berliner Marienkirche gab, um daraus Geschütze gießen zu lassen. Und unter den Donnerbüchsen, die einst Glocken waren, sanken die Mauern von Friesack, Golzow und Plaue zusammen [16]). Über die noch erhaltenen Riesengeschütze gibt die nachstehende Tabelle Aufschluß:

Name	Ort	Stoff	Zeit	Gewicht kg	Kaliber cm	Länge d. Rohres m
Dulle Griete (Tolle Große)	Gent	Eisen	Jahr 1440	15100	79,5	6,67
Mons Meg	Edinburgh	Eisen	Jahr 1455	6600	63,6	5,07
Mahomed II	Woolwich	Bronze	Jahr 1464	7500	79,6	6,56
Maliki Meidan	Bidschapur	Bronze	Jahr 1548	9500	90,8	5,43
Zarj-Puschka	Moskau, Kreml	Bronze	Jahr 1586	39000	114,8	6,74
Dhool-Dhance	Agra (1832 eingeschmolzen)	Bronze	Jahr 1628	12100	66,3	6,32

Nicht minder interessant als die Größe der Geschosse ist die Form, die man den alten Geschossen zu geben versuchte, sowie ihre innere Einrichtung. Abraham, der Erfinder des Nitroexplosivstoffs (vgl. S. 95), beschreibt bereits 1422 neben eisernen Kugeln für Handfeuerwaffen auch längliche Eisenkugeln, die jedoch erst 1627 vor La Rochelle angewandt werden. Da man damals aber noch keine gezogenen Rohre kannte, mußte sich ein Langgeschoß, bald nachdem es die Rohrmündung verlassen hatte, überschlagen, so daß der Verlauf der Flugbahn sehr unregelmäßig und unzuverlässig wurde. Die dort vermißte Stabilität ist nur Geschossen möglich, die infolge des Dralls der gezogenen Rohre im Flug um ihre eigne Achse rotieren. Abraham wollte Langgeschosse zum Brescheschießen verwenden, weil die runden Steinkugeln häufig an den Mauern zerschellten, ohne eine große Wirkung hervorzubringen. Er erwähnt auch zuerst die eisernen Glühgeschosse, um Holzwerk in Brand zu schießen. Sie finden sich allerdings erst 1580 in der Kriegstechnik angewandt, wo König Stephan Báthori von Polen die Brustwehren der Russen mit glühenden Kugeln in Brand schoß[17]). Später waren sie eine gefürchtete Waffe gegen die Schiffe. Auch eiserne Hohlgeschosse mit Sprengladungen, also Granaten, waren Abraham bekannt. Ihre Zündung erfolgte in der Weise, daß beim Abschießen aus dem Geschütz eine Zündflamme durch eine Bohrung in der Wandung der Granate in diese hineinschlug und dort den Brandsatz, der fest zusammengepreßt war, entzündete. Dadurch konnte anfangs nur eine kleine Fläche brennen, und bevor eine genügend große Gasmenge im Innern der Hohlkugel entwickelt war, um die Wandungen zu sprengen, war das Geschoß schon seinem Ziele nahe gekommen. Selbst die Kartätsche, den sogenannten Hagelschuß, beschreibt Abraham schon. Die einzelnen Geschosse bestanden aus eidicken Steinen. Das Wort „Karttettschen" findet sich erst 1612 in einer Handschrift der Bibliothek zu Donaueschingen[18]).

Das Schrapnellgeschoß — benannt nach dem englischen Obersten Henry Shrapnel, der es im Jahre 1803 mit Zünder einführte — findet sich schon ums Jahr 1435 in einer jetzt in Wien aufbewahrten Handschrift beschrieben[19]). Das Geschoß ist eine Vereinigung von Granate und Kartätsche, das sich, wie der Augsburger Büchsen-

meister Samuel Zimmermann 1573 schon sagt, „etlich hundert Schritt" vor der Mündung des Geschützes öffnet und dort seine einzelnen Geschosse verstreut[20]). Immerhin blieb die Verwendung derartig komplizierter Geschosse selten. Für gewöhnlich wurden noch im 15. Jahrhundert Steinkugeln benutzt. 1471 führte Ludwig XI. von Frankreich an deren Stelle Eisenkugeln ein. 1494 erhoben die Venetianer sogar noch gegen Ferrara Beschwerde wegen der Verwendung eiserner Geschosse. Erst durch den ums Jahr 1596 von Sebastian Hälle[21]) erfundenen, nach der Flugzeit des Geschosses regulierbaren



Abb. 43. Totenorgel nach dem Artilleriebuch, um 1380.

Zünder wurde es möglich, brauchbare Perkussionszünder zu verwenden.

Durch die Verfolgung der Entwicklung der Geschosse sind wir zeitlich weit von unserem Thema abgetrieben. Wir wollen also wieder ins 14. Jahrhundert zurückkehren und bei einer Handschrift Halt machen, die wir schon teilweise an anderer Stelle (vgl. Abb. 37) kennen lernten. Es ist das die von einem Unbekannten ums Jahr 1380 verfaßte älteste artilleristische Bilderhandschrift[22]), die gegenwärtig in der Münchener Staatsbibliothek aufbewahrt wird. Außer dem Laden und dem Erproben der Geschütze werden die verschiedenen Arten der Geschütze besprochen. Das gewöhnliche Geschützrohr liegt auf

einer zweirädrigen Lafette, mit der es sich mehr oder weniger steil richten läßt. Nach der Farbe der Malereien zu urteilen, bestehen sämtliche Geschütze aus Eisen. Keines von ihnen mißt über 1 m Länge. Abb. 43 zeigt eine Vereinigung von drei Rohren auf einer gemeinsamen Unterlage. In der Folge sind derartige Geschütze, die man Totenorgeln nannte, sehr beliebt. Wir sehen aus der Darstellung auch, daß man sich zum Richten des Geschützes einer Schraubspindel bediente. Noch besser ist die Schraubenrichtmaschine auf der folgenden Abb. 44 zu erkennen, wo wir einen



Abb. 44. Revolvergeschütz nach dem Artilleriebuch, um 1380.

Mann an einem Geschütz sehen, das den Gatlinggeschützen von 1861 ähnelt. Es liegen 12 oder 15 Rohre rings um einen Mittelzylinder, der sich drehen läßt. Sind alle Rohre geladen, dann kann man, indem man den Zylinder dreht, das jedesmal zu oberst liegende Rohr abfeuern und dadurch ein Schnellfeuer gegen den Feind richten.

Um die gleiche Zeit, da diese artilleristische Bilderhandschrift verfaßt wurde, lebte wohl jener Mann, der jahrhundertelang als Erfinder der Geschütze — sogar des Schießpulvers — gegolten hat. Man hat sich neuerdings daran gewöhnt, den schwarzen Bruder Berthold zu den erfundenen Erfindern zu rechnen [23]). Wenn man ihn überhaupt noch nennt, so setzt man vorsorglich ein Fragezeichen

hinter seinen Namen. Es ist aber schließlich für einen großen Menschen eine geringe Ehre, nur mit einem Fragezeichen hinter dem Namen in der Geschichte fortleben zu dürfen. Ich habe mir deshalb seit mehreren Jahren keine Mühe verdrießen lassen, alles das einzusehen, was im Laufe der Jahrhunderte über den Bertholdus geschrieben worden ist. Immer mehr rückwärtsschreitend kam ich allmählich bei Leuten an, die bisher als Gewährsmänner für den schwarzen Berthold am wenigsten zu Rate gezogen wurden, die jedoch längst hätten befragt werden müssen, bei den Büchsenmeistern.

Die Büchsenmeister, die damals mit dem neuen Geschütz schießen konnten, waren begehrte Gesellen. Die Unwissenheit und der Aberglaube der Zeit kamen ihrer Geheimkunst glänzend zustatten. Die Wirkung der Zusammensetzung des Schießpulvers, das Verhältnis der Ladung zum Gewicht der Geschosse, und was sonst noch alles beim rechten Schuß zu wissen not tut, war in der ersten Zeit von niemand genau untersucht und in ein System gebracht worden. Der erste, von dem wir hören, daß er die Geschütze und die Bereitung des Schießpulvers untersuchte, war ein Mitglied des damals in unzähligen Klöstern ausgebreiteten Ordens der Bernhardinermönche, Namens Berthold. Die ältesten Nachrichten über ihn, die bis ums Jahr 1410 zurückreichen[24]), berichten übereinstimmend, daß dieser Mann Magister der freien Künste und ein großer Alchimist war. Im Kloster trug er den Namen Berthold, und man unterschied ihn von andern Ordensbrüdern gleichen Namens, indem man ihn den Schwarzen nannte. Wie er mit dem Familiennamen geheißen, wissen wir nicht, denn der ihm beigelegte Name Konstantin Anklitzen ist unbeglaubigt. Auch nicht wessen Landsmann Berthold war, läßt sich feststellen. Eine der wichtigsten Stellen über ihn, und zugleich eine der ältesten, ist hier im Bilde wiedergegeben:

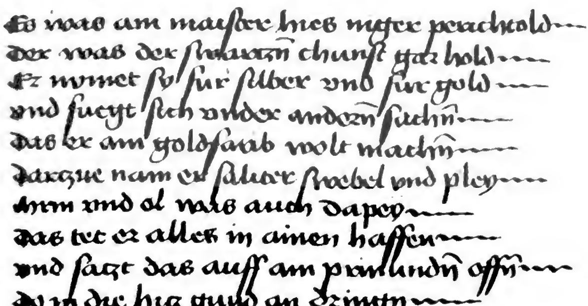

Es was ain maister hies nyger perchtold
der was der schwartzn chunst gar hold
Er nymet sy fur silber und fur gold
und sucht sich under andern sachn
das er ain goldfarb wolt machn
darzue nam er silber swebel und pley
arm und ol was auch dapey
das tet er alles in ainen haffen
und sagt das auff ain prinundn offn
do in die hicz gund an dringn

Abb. 45. Textstelle über „Berthold den Schwarzen" in der Handschrift Nr. 5135 der k. k. Kunstsammlungen in Wien, um 1435.

Unschwer können wir die Worte zwar entziffern, doch möge dennoch hier gleich der moderne Text folgen:

Es war ein Meister hieß niger perchtold,
der war der schwarzen Kunst gar hold
er nimmt sie für Silber und für Gold.
Und (es) fügt sich unter andern Sachen,
daß er eine Goldfarb' wollt' machen,
dazu nahm er Salpeter, Schwefel und Blei,
Quecksilber und Öl war auch dabei.
Das tat er alles in einen Hafen (Topf),
und setzt es auf einen brennenden Ofen,
dahin die Hitze konnte (hin-)an dringen.
Der Hafen mußte vor Dunst zerspringen ....

Nun wird im Verlauf des Gedichtes weiter geschildert, wie Berthold, durch diesen Versuch angeregt, das Schießpulver und das Geschütz so verbessert habe, daß alle seine Zeitgenossen ihn als den eigentlichen Erfinder der Kunst aus Büchsen zu schießen ansahen. Es ist in der Weltgeschichte nichts Auffallendes, daß wir das Lob auf das Haupt eines einzigen Mannes häufen und dabei über die Freude an der Verwirklichung einer lang gehegten Idee seine Vorläufer mitsamt vergessen. Es ist auch billig so, denn nur Leute der mutigen Tat haben das Recht, im Vordergrund unseres Gedächtnisses als Helden weiterzuleben. Berthold war unter den ersten einer, die durch eine technische Großtat der Weltgeschichte neue Ziele wiesen. Fast alle Kriegstechniker des 15. Jahrhunderts sind sich über die Bedeutung des schwarzen Berthold für die Artillerie einig, sie nennen ihn rundweg den Erfinder von Schießpulver und Geschütz. Also müssen seine Verbesserungen von tiefgehender Bedeutung gewesen sein.

Aber der Geist des Zeitalters war finster, und wir hören darum von einem traurigen Geschick des Erfinders. Nach einer Nachricht vom Jahr 1444 berichtet uns der berühmte Büchsenmeister und Feuerwerker Franz Helm aus Köln a. Rh. in einer jetzt im Berliner Zeughaus befindlichen Handschrift[25]) also: „Hier ist zu wissen, wer das Pulver und das Geschütz erdacht und erfunden hat. Es ist gewesen ein Bernhardinermönch, mit Namen Bertholdus niger, da man zählte 1380 Jahre. Der Bertholdus niger ist von wegen der Kunst, die er erdacht und erfunden hat, vom Leben zum Tode gerichtet worden im Jahre 1388."

Können wir also nicht mehr daran zweifeln, daß dem schwarzen Berthold die Ehre zukommt, der Reformator der Kriegsfeuer gewesen zu sein, so müssen wir uns doch danach umsehen, wie man ihn in den Orden der Franziskaner und nach Freiburg versetzen konnte. Daß Berthold mit dem Familiennamen Ancklitzen geheißen und dem Franziskanerorden angehört habe, sagt zuerst der Fran-

zose Thevet[26]) im Jahre 1584 bei einem angeblich aus Cleve stammenden Porträt des Mönchs. Als die Stadt des Erfinders wird Freiburg i. B. nur als „wahrscheinlich" zum erstenmal in einem Erfinderlexikon[27]) vom Jahre 1599 genannt. Da man an andern Stellen die Städte Köln, Goslar, Mainz, Nürnberg und Dortmund liest, so ist dieser Angabe kein geschichtlicher Wert beizumessen.



Abb. 46. Denkmal Bertholds des Schwarzen in Freiburg i. B.

Bei der gewaltigen Bedeutung, die die Ausnutzung explosibler Mischungen zum Schleudern von Geschossen und zum Sprengen schnell erlangte, kann es uns nicht wundern, daß man den Pulvermönch tödlich haßte. Als er hingerichtet wurde, hauste Kaiser Wenzel in Deutschland, und unter ihm war der grausame Tod verdienter Personen nicht selten. Wir verstehen darum auch, weshalb nur

die ältesten artilleristischen Schriftsteller das Andenken des Mannes in ihren Schriften festhielten, warum kein Chronist Genaues über das Leben und den Tod des Berthold überlieferte. Schon 1588 lesen wir[28]), daß das grausame und erschreckliche Büchsengeschütz samt der Zusammenfügung zweier widerwärtiger Materien, Schwefel und Salpeter, zwar in Deutschland erfunden worden sei, aber an welchem Ort oder von welcher Person, wisse niemand. Einige legten es einem Mönche zu, heißt es in der Chronik weiter, doch der Bösewicht, von dem solch schändliche, unedle und mörderische Kunst erfunden worden sei, sei nicht würdig, daß sein Name bei den Menschen auf der Erde bleibe oder daß von seinem gefundenen Werk ein Lob überliefert würde. Doch wär' er wohl würdig gewesen, daß man ihn in ein Geschütz gestoßen und an einen Turm geschossen hätte! Auch große Männer eifern gegen die Neuerung. So sagt Lodovico Ariosto in seinem „Rasenden Roland", dem Meisterwerk der Renaissance, zwischen seinen herrlichen Schilderungen des Rittertums und der Kampfesweise, sein Roland habe schon früher ein Geschütz in die Hand bekommen, es aber, wie es einem tapfern Ritter zieme, ins Meer geworfen. Dann fährt der Dichter fort[29]):

> Doch wenig half es uns; denn leider wachte
> Der böse Feind der menschlichen Natur,
> Der dies Geschoß nach jenem andern machte,
> Das niederfährt vom Himmel auf die Flur;
> Wodurch er uns nicht mindern Schaden brachte,
> Als uns durch Evens Apfel widerfuhr.
> Er wußt' es, kurz vor unsrer Väter Zeiten,
> In eines Zaub'rers arge Hand zu leiten.
>
> Das höllische Gerät ward aus den Wogen,
> Nach langen Jahren, durch des Zaubers Macht
> Auf hundert Klafter tief hervorgezogen
> Und dann zuerst den Deutschen zugebracht,
> Die mancherlei Versuch damit vollzogen;
> Und da, auf unsern Schaden stets bedacht,
> Der böse Geist verfeinert ihre Sinne,
> So ward man endlich des Gebrauches inne.

Ariosto schließt mit den Worten: „Von den verruchten Geistern allzumal war keiner böser, noch im Frevel dreister, als dieser gräulichen Erfindung Meister. Und daß dafür ihn ew'ge Rache quäle, hat in den tiefsten Abgrund Gottes Hand — das glaub' ich sicher — die verruchte Seele zu dem verruchten Judas hingebannt."

Auch der Zeitgenosse des Ariosto, Erasmus von Rotterdam, sagt[30]) in seiner Schrift „Klage des Friedens": „Ein Lux zerreißt keinen Lux, und wenn sie kämpfen, kämpfen sie mit natürlichen Waffen. Aber, unsterblicher Gott, mit welchen Waffen hat der Zorn die waffenlos geborenen Menschen ausgerüstet! Mit Maschinen der

Hölle bekämpfen die Christen sich. Denn wer möchte glauben, daß die Geschütze die Erfindung eines Menschen seien?"

Fassen wir nochmals kurz zusammen, was wir bestimmt über den Mann wissen, den seitdem jede Weltgeschichte nur zögernd zu nennen wagt: Die Kriegstechniker des 15. Jahrhunderts kennen als Reformator des Geschützwesens einen gelehrten deutschen Bernhardinermönch, den Magister der freien Künste und Alchimisten Berthold, genannt der Schwarze, im Jahr 1380. —

Kehren wir wieder zu den quellenmäßigen Nachrichten über die Geschütze zurück.

Da ist vor allem eine Nachricht richtigzustellen, die in allen möglichen Formen in der Literatur zu finden ist und einem gewissen Johann von Aarau besondere Verdienste um die neuen Geschütze zuschreiben will[31]). Urkundenmäßig wissen wir über diesen Mann, der eigentlich Johann Reber hieß, nur, daß er zu Aarau in der Schweiz eine Glocken- und Geschützgießerei betrieb, und daß er im Jahre 1378 nach Augsburg kam, um dort drei Büchsen zu gießen. Die eine davon schoß eine Kugel von 127 Pfund, die mittlere eine solche von 70 Pfund und die kleinste ein Geschoß von 50 Pfund. Irgend etwas Besonderes ist über Johann Reber nicht zu verzeichnen, doch merkwürdig ist es, daß seine Gießerei noch bis auf unsere Tage an der alten Stelle in Aarau weiter besteht, sicherlich also die älteste Geschützgießerei der Erde ist.

Wer Gelegenheit hat, in einem unserer Zeughäuser alte Geschütze zu betrachten, der wird häufig sehen, daß sich an das eigentliche Rohr, in welches die Kugel paßt, hinten ein engeres Rohr ansetzen läßt. Man nennt solche Geschütze Kammerbüchsen und bezeichnet den weiten Teil, aus dem die Kugel herausfliegt, den Flug, das enge Rohr, in welches das Pulver geladen wird, die Kammer. Flug und Kammer wurden in der hölzernen Lafette durch Keile zusammengehalten. Auch auf unserer Abb. 42 läßt sich links unten der verschiedene Durchmesser von Flug und Kammer bei dem aufgestellten Geschütz erkennen. Geladen wurde ein solches Kammerstück von vorne. Es gab jedoch auch schon früh Hinterladungsgeschütze. Eingehend beschäftigt sich Leonardo da Vinci mit der Konstruktion derartiger Rohre. In seinen Manuskripten finden sich verschiedene Skizzen darüber. Zwei davon gibt unsere Abb. 47 wieder. Besonders empfahl Leonardo einen Schraubenverschluß, der durch einen Keil gesichert wurde. Er hob auch hervor, daß solche Geschütze auf Galeeren besonders zweckmäßig seien, weil man sie aus den Stückpforten nicht zurückzuziehen brauche, um sie zu laden. Bei dieser Gelegenheit sei darauf hingewiesen, daß die allgemeine Annahme, der französische Ingenieur Descharges in Brest habe im Jahr 1500 zuerst die Geschützscharten in die Bordwände der Kriegsschiffe angebracht, unrichtig ist. Er mag diese Anordnung allgemeiner gemacht haben, der Erfinder ist er nicht, denn schon der früher genannte Ingenieur zur Zeit der Hussiten-

kriege zeichnet um 1430 ein Schiff, dessen Geschütze in Stückpforten stehen.

Am eifrigsten trat für die Einführung der Hinterladegeschütze der italienische Ingenieur Buonaiuto Lorini in seinem 1597 zu Venedig erschienenen Werk über die Befestigungskunst ein. Er sagt: „Geschütze, welche von hinten geladen werden, sind auf Galeeren und Kriegsschiffen zur Bequemlichkeit der Kanoniere sehr gebräuchlich, damit diese beim Laden eine gedeckte Stellung haben und schneller schießen können: bei der üblichen Beschaffenheit aber werden sie durch das Entweichen von Pulvergas durch das Bodenstück in ihrer

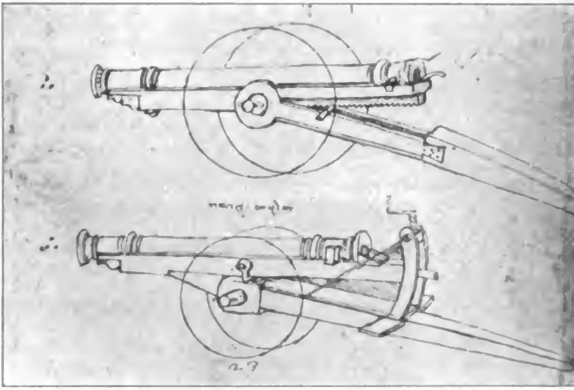


Abb. 47. Hinterladegeschütze.
Handzeichnungen von Leonardo da Vinci.

Wirkung geschwächt und leisten nicht, was sie leisten sollten. Da man indes die Ursache kennt, so behaupte ich, daß man so nachdrücklich nachhelfen könnte, daß sie nicht nur für die genannten Kriegsschiffe tauglich, sondern auch zur Verteidigung von Festungen sehr geeignet sein würden. Jene Fehler entspringen nur aus ungenügender Festigkeit des Bodenstückes und schlechtem Einpassen des Verschlußstückes in die Geschützkammer . . . . Demzufolge mindert sich die Kraft des Schusses im Verhältnis zur Gasentweichung. Wäre diese beseitigt, so würde der Schuß ebenso kräftig sein, wie bei Vorderladern. Sollte dies aber auch bezüglich eines minimalen Teiles nicht gelingen, so würde doch der Vorteil, welcher aus der Sicherheit der Bedienungsmannschaft beim Laden und aus dem

schnelleren Schießen entspringt, so groß sein, daß man einige Unvollkommenheiten dafür hinnehmen könnte. Um diese Abhilfe zu treffen, gieße man das Geschützrohr mit der Seele so, daß diese sowohl durch das Bodenstück, als auch durch das Vorderstück geht." Sehr interessant ist bei Lorini die Konstruktion eines Keilverschlusses für Hinterlader, die, wenn sie weitergebildet worden wäre, wohl schneller zu unsern heutigen Keilverschlüssen hätte führen müssen. Lorini sagt zu unserer Abb. 49: „Geschütze nur mit einem Keil zu verschließen, ist sehr bequem, aber keine so sichere Verschlußart, wie die soeben beschriebene; doch leistet sie bei kleinen Stücken von drei Pfund Kugelgewicht genügende Dienste. Der Keil kann von Eisen, von rechteckiger, nach einer Seite hin etwas verjüngter Form

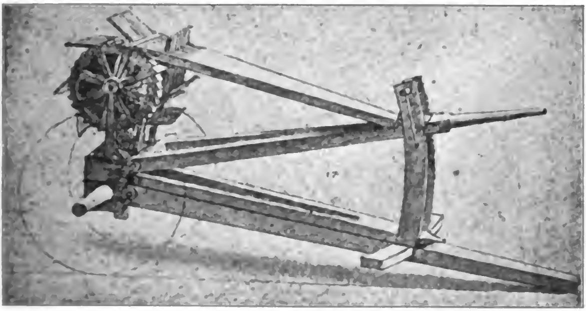


Abb. 48. Totenorgel mit Revolvereinrichtung.
Handzeichnung von Leonardo da Vinci.

gemacht werden. Er muß ebenso wie das Keilloch, in welches er quer durch das Bodenstück geschoben wird, auf das genaueste bearbeitet sein . . . . Die Länge des Keiles muß so groß sein, daß man ihn bequem herausnehmen und einsetzen kann, indem man ihn mit einem Hammer von Blei oder Eichenholz in seine richtige Stellung im Bodenstücke bringt . . . . . Man kann sich auch bei dem vierseitigen Keile eines Pfropfens (Abb. 49, rechts unten) bedienen . . . . . Sein vorderer Teil tritt auf die Länge von einem Drittel Kugeldurchmesser in die Pulverkammer herein, und sein breiterer Teil, welcher nach jeder Seite hin um ein Viertel Kugeldurchmesser vorspringt, muß sich nach innen an das Metall gut anschließen Alsdann kann man mit dieser Art von Geschützen mit Sicherheit und großem Vorteil operieren. Wenn wir aber ein besonders vollkommenes Hinterladungsgeschütz herstellen und sicher sein wollen, daß kein Gas entweicht, so müssen wir die Teile, durch

welche man sich die Kraft des Schusses sichert, mit Hilfe von Bohrern und der Drehbank in der Weise bearbeiten, daß sie so vollkommen aneinanderschließen, als ob sie ein Stück wären, und dies kann man am besten erreichen, wenn man den Keil rund und ein wenig konisch, das Verschlußstück aber, der mittleren Dicke des Keiles entsprechend, halbmondförmig macht und das Kopfende mit Vorsprüngen versieht."

Da die Geschütze damals keine Züge in der Seelenwand besaßen, so wurde die Kugel zur Beseitigung des Spielraumes mit grobem Hanf umwickelt und so von hinten in das Rohr geschoben.

Trotz den brauchbaren Vorschlägen von Lorini, die sich übrigens ähnlich bei seinem Zeitgenossen Veit Wulff von Senfftenberg [32]) finden, erkannte man die großen Vorzüge der Hinterlader damals

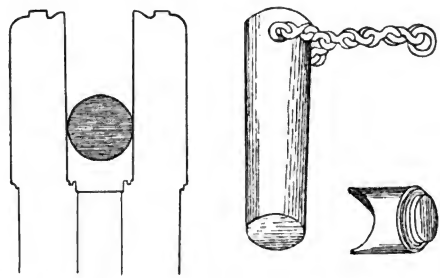


Abb. 49. Verschluß eines Hinterladers durch Rundkeil nach Lorini, 1597.
Links: Schnitt durch den Verschluß. In der Mitte: Rundkeil. Rechts: Dichtungsstück.

nicht. Ja, die Erfindung geriet sogar in Vergessenheit, denn der große Leibniz verzeichnet um 1670 in seinen „Gedanken der teutschen Kriegsverfassung": „Neue Art sehr guter, beständiger und in allem mehr vorteilhafter Feuerrohre, als die man bisher gebraucht; nämlich man soll die Rohre von hinten laden, durch das Hinterteil des Geschützes, dergestalt, daß man nichts anderes vonnöten habe, als hinten ein Gewerbe (d. h. eine Vorrichtung) aufzutun, die Kammer hineinzuschieben und dann vermittelst einer Feder wieder zuschnapfen; welches mit großer Geschwindigkeit geschieht. Der Schuß ist unvergleichlich schärfer und gerader, die Ladung auch geschwinder, als auf die gemeine Weise, und hat man dann keines Stopfens und Pfropfens vonnöten, aus dessen Ermangelung sonst doch oft der Schuß ganz matt ist."

Ein gezogenes Hinterladegeschütz entwarf zuerst der Ingolstädter Oberstückhauptmann Johann Stephan Koch in einem 1591

geschriebenen, leider ungedruckt gebliebenen[33]), illustrierten Manuskript. Es handelt sich dabei nicht um einen Entwurf, sondern um eine tatsächlich in München gegossene Halbkartaune mit Schraubenverschluß und sechs Zügen. Es ist das bisher wohl die älteste bekannte Nachricht über ein gezogenes Geschütz. Noch jetzt besitzt das Münchener Zeughaus gezogene Geschütze jener Zeit. Koch sagt über diese Art: „Mit solchen Geschützen hat man aus den Festungen auf die feindlichen Rekognoszierenden geschossen, und wurde in großen Entfernungen der einzelne Mann getroffen." Auch der Engländer Benjamin Robins sah noch 1744 „gezogene Kanonen, . . . die man in England kaum kennt, auf dem Kontinent aber gebräuchlich sind, wo sich namentlich in Deutschland und der Schweiz

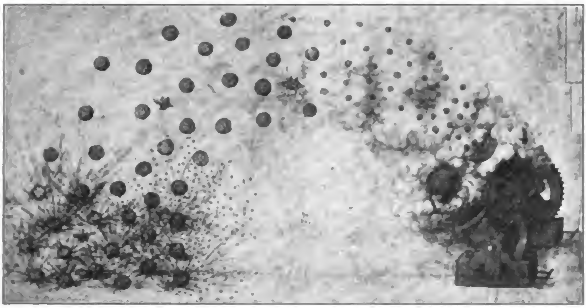


Abb. 50. Zwei Rebhühnermörser, die Kugeln werfen, deren eine jede mit vielen Einzelschüssen geladen ist. Handzeichnung von Leonardo da Vinci.

die Konstabler ihrer bedienen, wenn sie recht weit und sicher schießen wollen"[34]).

Robins meint hier wahrscheinlich die im Jahre 1715 von Wurstemberger in Bern erfundenen, 1726 dort eingeführten „Geschwindstücke", die mit Keilverschluß versehen waren. Der Erfinder erhielt 2500 Kronen Entschädigung und wurde unter der Verpflichtung zum Oberst ernannt, daß er die Geschütze unter seiner Aufsicht halte, „damit sie von andern nicht abgesehen oder nachgemacht werden können"[35]).

Erst im Jahre 1826 legte Major Reiche dem preußischen Kriegsministerium den Entwurf eines schmiedeeisernen, gezogenen dreipfündigen Hinterladers vor. Drei Jahre später wurde das Geschütz ausgeführt, ohne daß es jedoch praktische Verwendung fand. Es wurde deshalb vom Erfinder an einen Berliner Gastwirt verkauft, von dem später die Wiedererwerbung nicht gelang[36]).

Ohne den Versuch von Reiche zu kennen, stellte Baron von Wahrendorff, der Besitzer einer Eisengießerei zu Aker in Schweden, im Jahre 1840 eine glatte Hinterladekanone mit einem Kolbenverschluß her. Die Idee wurde durch die zur Abnahme von Geschützen nach Aker kommandierten fremdländischen Offiziere im Auslande bekannt und gab Veranlassung zur späteren allgemeinen Einführung der Hinterladungsgeschütze. Ein glatter Vierpfünder aus Stahl mit Wahrendorffschem Kolbenverschluß, gefertigt im Jahre 1843, steht noch heute im Berliner Zeughaus. Der piemontesische Artillerieoffizier Giovanni Cavalli, der sich zur Abnahme von Geschützen in Aker befunden hatte, regte 1846 die Umänderung der glatten Hinterladekanonen von Wahrendorff in gezogene Hinterlader an und wirkte dadurch bahnbrechend für die neue Bewaffnung der Artillerie.

Außerordentlich viele Wandlungen hat die Lafettierung der Geschütze durchgemacht. Zwar sieht man schon im Artilleriebuch von 1380, dem unsere Abb. 43 und 44 entnommen sind, auch ein kleines Feldgeschütz auf einer Räderlafette; doch konnte man damals nur kleinere Rohre von Radgestellen aus abschießen. Große Rohre wurden dort, wo man sie gebrauchen wollte, in schweren Holzverkeilungen direkt auf dem Boden festgelegt. Natürlich war ein solches Rohr gänzlich unbeweglich, und es konnte nur in der einen festgelegten Richtung geschossen werden. Die Feuergeschwindigkeit war infolge der Schwierigkeit des Ladens eine außerordentlich geringe. Selbst Michael Mieth, einer der hervorragendsten Artilleristen der alten Zeit, wagt im Jahre 1683[37]) für das kleinste Belagerungsgeschütz, die Kartaune, stündlich höchstens fünf Schuß vorzuschlagen. Erst mit der Einführung der Kartuschen wurde das Laden der Geschütze wesentlich beschleunigt. Der Italiener Vanuccio Biringuccio berichtet 1540, daß er die papierenen Kartuschen zuerst eingeführt habe[38]). Sieben Jahre später empfiehlt Graf Reinhart von Solms gleichfalls die Kartuschen[39]). Lienhard Frönsperger erwähnt wiederum zehn Jahre später zum erstenmal die lederne Kartusche[40]).

Die meisten älteren Lafetten ließen eine Höhenrichtung des Rohres überhaupt nicht oder nur in beschränktem Maße zu, denn, wie wir ja z. B. aus Abb. 47 ersehen, bestand die Lafette aus einem massiven Block, gegen den das Rohr alsbald aufstoßen mußte, wenn man es hochrichten wollte. Ein gewisser Albrecht von Lannenbergk gibt um die Mitte des 15. Jahrhunderts allerdings schon eine Rahmenlafette an, „um die großen wergk (d. h. Geschützrohre) hoch und nydder zu richten“[41]). Kaiser Maximilian I., der sich selbst mit der Geschützkonstruktion befaßte, entwarf mehrere Lafetten, in denen die Rohre in den Schildzapfen lagen, so daß sie bequem hochgerichtet werden konnten[42]). Der vorhin genannte Ingenieur Biringuccio beklagt sich 1540 in seinem Werk darüber, daß die Lafetten oft so plump und schwer hergestellt würden, daß es besser wäre, man hätte gar kein Geschütz; denn so sei es nicht nur selbst kaum

beweglich, sondern hemme auch die Truppen. Michael Mieth berichtet 1683 zuerst[43]), die Türken hätten an ihren schweren Geschützen Lafetten mit eisernen Achsen und eisernen Rädern, eine Konstruktion, die erst neuerdings allgemein durchgeführt ist.

Zur besseren Deckung der Bedienungsmannschaften, die beim Laden der hohen, 1749 von dem französischen General de Gribeauval erfundenen Rahmenlafetten in Festungswerken dem direkten feindlichen Feuer ausgesetzt waren, stellte der Techniker Alexander Mon-



Abb. 51. Kaiser Maximilian beim Stückgießer.
Holzschnitt von H. Burgkmair aus dem Weißkunig.

crieff 1855 eine Verschwindelafette her. Bei ihr wird der Rückstoß des Schusses so verwertet, daß sich das Geschützrohr nach jedem Schuß automatisch aus der hohen Feuerstellung in eine tiefe Ladestellung zurücksenkt. Dabei wird in Gegengewichten so viel Kraft aufgespeichert, daß sich das Rohr nach erfolgter Ladung wieder selbsttätig in die Feuerstellung emporhebt. Im Jahre 1881 verbesserte Moncrieff seine Verschwindelafette, indem er statt der Gegengewichte einen hydropneumatischen Druck aufspeicherte. Im Jahre 1901 griff die Kruppsche Fabrik in Essen jedoch wiederum zu der Gegengewichtslafette, um Küstengeschütze von 21 cm Kaliber verschwinden zu lassen. Trotz des gewaltigen Rohrgewichtes

von 16000 kg braucht das Geschütz nur vier Sekunden, um sich wieder zu heben.

Die Protzen, die in einem Kasten Munition mit sich führen, werden zum erstenmal im Jahre 1707 von dem polnischen Oberst von Geißler erwähnt[44]).

Frühzeitig kam man auf den Gedanken, die Geschützrohre in unwegsamem Gelände von Tieren tragen zu lassen. In einem in Paris aufbewahrten, um 1449 entstandenen Manuskript des italienischen Ingenieurs Jacopo Mariano[45]) sieht man bereits Geschützrohre auf den Sätteln von Maultieren verpackt, die sich mühsam durch einen engen Gebirgspfad hindurchzwängen. Auf den Kriegszügen Karls V. im Jahre 1540 wurden auch wirklich Maultiere mitgeführt, die im Sattel Geschütze oder Munition trugen[46]). Neuerdings werden selbst die komplizierten Schnellfeuergeschütze so eingerichtet, daß sie auf dem Rücken von Tragtieren untergebracht werden können. Wie unsere Abb. 52 zeigt, trägt das erste Tier zwei Räder, Achse und Deichsel, das zweite die Lafette, den Hebebaum, Richtbaum und die Visiervorrichtung. Das dritte Tier ist mit der Wiege des Rohrrücklaufgeschützes und mit dem Panzerschild beladen. Das vierte trägt das Geschützrohr samt Verschluß und außerdem zwei Ledertaschen mit Werkzeugen. Weitere Tiere folgen mit je 24 Patronen und Futtersäcken. Die Belastung eines Tieres schwankt bei einem Schnellfeuergeschütz System Ehrhardt zwischen 100 und 105 Kilogramm. Eine solche Last kann natürlich einem Maultier nur vorübergehend zugemutet werden. Die Tiere werden deshalb nur auf solchen Wegen mit den Geschützteilen beladen, auf denen sich der Verkehr auf andere Weise nicht durchführen läßt.

Immer wieder und überall suchen wir aus dem Kreislauf der Dinge alte Mittel zu neuen Zwecken zu verwenden. So müssen auch die berühmten Elefanten des Hannibal und des Dareios, trotz unseren Eisenbahnen und Automobilen wieder in den Kriegsdienst treten. Dareios war der erste, der unseren Dickhäuter als Kriegstier verwendete, und zwar in Indien, dem Lande jener Sage, die das Weltall von acht Elefanten tragen läßt. 2400 Jahre später haben die Engländer den Elefanten wiederum in Indien als Zugtier für schwere Geschütze benutzen müssen, weil es ihnen dort an schweren, kaltblütigen Pferden fehlte, um Belagerungsgeschütze fortzuschaffen. Im Altertum war der Elefant ein gewaltiges moralisches Kampfmittel. Gegen Pfeile und Schleudergeschosse unempfindlich, mit seinen gewaltigen Füßen alles niedertretend, konnten seine Riesenkräfte, trotzdem er für tollkühnes Vorgehen zu klug ist, gewaltige Breschen in die Reihen der Feinde legen. Außer der neuen Verwendung des Elefanten als Zugtier für schweres Geschütz hat er sich in jüngster Zeit als Tragtier bewährt, denn er kann ein Gebirgsgeschütz samt der Munition unzerlegt auf seinen Rücken nehmen. Unsere Abb. 53 zeigt das gleiche Rohrrücklaufgeschütz, das auf



Abb. 52. Portugiesisches Schnellfeuergeschütz auf Maultiere verladen.

der vorhergehenden Abbildung auf 4 Maultiere verladen ist, unzerlegt im Sattel eines Elefanten.

Das Material der Geschütze war früher meist, wie schon gesagt, Gußeisen. Gelegentlich wurde auch Schmiedeeisen verwendet, indem man das Rohr aus Längsstäben zusammenschweißte und die so gebildete Seele mit kräftigen schmiedeeisernen Ringen umzog. Be-

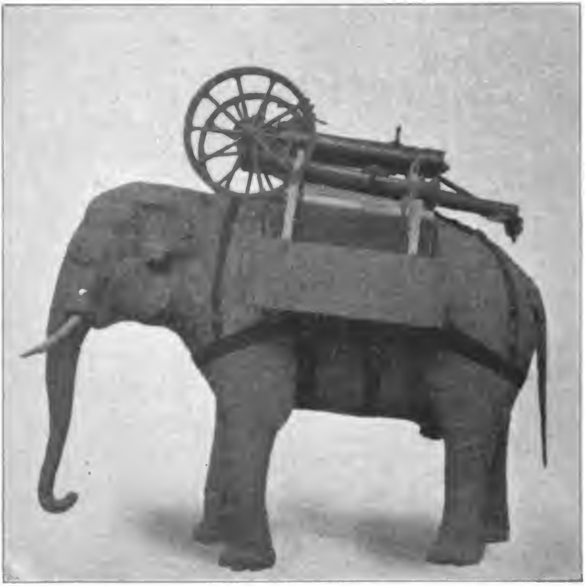


Abb. 53. Ehrhardt'sches Schnellfeuergeschütz auf Elefant verladen.

sonders eigenartig ist das in der Tabelle auf Seite 104 aufgeführte Edinburgher Geschütz angefertigt. Es wurde, „wie man ein Tau aufwickelt“, aus Eisenstäben über einem Kern in Belgien zusammengeschweißt. Im Jahre 1754 kam man auf dieses Verfahren wieder zurück, um kupferne Geschützrohre durch eine Umwicklung von kräftigen Bandeisen widerstandsfähiger zu machen. Seit 1855 versuchte Longridge in England die Umwicklung des dünnen stählernen

Kernrohrs mit mehreren Lagen straff gespannten Stahlbandes. Die Geschütze der englischen reitenden Artillerie der Jahre 1884 bis 1895 sind auf diese Art hergestellt. Doch ist die Anfertigung der Drahtgeschütze äußerst umständlich, denn beispielsweise erfordert ein 15 cm-Rohr zu seiner Umwicklung 68500 m Stahldraht.

Auch die sog. ledernen Kanonen Gustav Adolfs waren ähnlich konstruiert. Sie bestanden aus dünnen Kupferrohren, die mit Tauen umwickelt und mit Leder überzogen waren. Ihre Konstruktion stammt übrigens von dem damaligen kaiserlichen, späteren schwedischen Obersten von Wurmbrand aus dem Jahre 1625. In Preußen wurden sie 1627 vorübergehend eingeführt. Wie man sie anfertigte, sagt der Büchsenmeister Georg Schreiber[47]) mit den Worten: „Ledernstücke, da dann der inre Lauff von Kupffer ist und von hinden an bis zum Delphinen mit Flachs, der in Tischlerleim genetzt, umwunden; darauff Eyserne Platten beleget, darüber mit Eysernen Rinken gebunden, daran sechs Schrauben eines Fingers dick, so hinden ausgehen, und eine Eyserne Platte eines Fingers dicke hinden verschraubt ist, daran die Pfanne ist, aussen aber auss und auss mit Hänffenen Schnüren umwunden und mit Tischlerleim überstrichen, dann darüber einen Giepss geschlagen, der dann fein abgedreht wirdt beyn Gürteln und hernach mit einem dünnen Leder überleimet und denn aussen mit drey Eisernen Rinken gefasst: einen hinden, den andern im Mittel, daran die Schildzapffen und Delphinen, den dritten vorn um den Kopff. Es können vier starke Männer wol ein solch Stück tragen, das 5 Pfd. Eisen scheust.“ Die Erfindung fand bald Nachahmung. So erfand, wie die gleiche Quelle berichtet, „ein Geistlicher in Antorf 1630 ein einpfündiges Geschütz aus einer Kupferröhre gefertigt, die mit eisernen Platten belegt, durch Ringe zusammengehalten und mit Hanf umwickelt wurde und einen Anstrich von Tischlerleim erhielt“. Der Zweck der Erfindung war, wie Michael Mieth 1683 berichtet, „erstlich das sie nicht viel kosten, zum andern, dass solche leicht fortzubringen. Sie sind aber von Hern Schweden selbst bald verworffen, weil sie in wenig Schüssen zersprungen und zu nichte worden“. Die Abschaffung geschah bei den Schweden schon 1631, und zwar hauptsächlich, weil sich das Kupferrohr in der isolierenden Umhüllung sehr erhitzte und dadurch Selbstentzündung der Ladung herbeiführte. Das Berliner Zeughaus besitzt gegenwärtig noch fünf Lederkanonen jener Zeit. Eine davon stammt aus Stettin, eine andere aus Stralsund, die Herkunft der übrigen läßt sich nicht mehr feststellen. Die Länge der Rohre liegt zwischen 121 cm und 216 cm. Das Kaliber ist zwischen 3,5 cm und 6,1 cm verschieden. Zwei dieser merkwürdigen Geschütze haben statt des kupfernen Innenrohrs sogar lederne Kernrohre, und eines dieser beiden Geschütze enthält überhaupt kein Metall, sondern ist vollständig elastisch. Was mit einem derartigen Instrument bezweckt werden sollte, ist allerdings nicht zu erkennen. Die übrigen in Berlin befindlichen Lederkanonen haben Umhüllungen aus Bind-

faden, Leinwand, Papier, Hanfstricken, Werg oder Drillich. Sie sind wahrscheinlich in höchster Not während der Wirren des Dreißigjährigen Krieges aus dem ersten besten zusammengesetzt worden, was man zur Hand hatte.

Weit älter als man bisher annahm, sind die Erdmörser oder Steinminen. Die Wiener Handschrift vom Jahre 1435, der unsere Abb. 45 entnommen ist, erwähnt bereits dieses merkwürdige Geschütz, das aus einem in die Erde gegrabenen Loch besteht, „ain chlafter tief, mit puluer und mit stainen zugefüllt". Auf die Pulverladung legte man einen runden Holzdeckel, darauf die Steingeschosse. Der Erdmörser sollte dazu dienen, darüber hinwegfahrende Sturmkolonnen zu beschießen. Den Bogenwurf aus Erdmörsern beschreibt zuerst der sächsische Zeughausverwalter Caspar Voigtmann in einer in Gotha aufbewahrten Handschrift vom Jahre 1680[48]): „Steine zu werffen ohne Böhler auss der Erden auss Fässern." Die Wiedereinführung der „Erd-Mortir" im 17. Jahrhundert geht auf den Oberst Gentkant, oder Gittekant, im Jahre 1659 zurück, in welchem Jahre er sie mit großem Nutzen vor Thorn anwandte[49]). Der schon genannte Artillerist Mieth empfiehlt dieses eigenartige Geschütz 1683 besonders: „Die Mühe dabey ist freilich gross, und kann ohne dieselbe selten etwas Wichtiges verrichtet werden; allein es ist doch nicht so schwer als einige Faule sich einbilden. Ein guter Feuerwerker, der es versteht, kann mit 20 Musquetieren oder anderen Arbeitern an einem Tage wohl 5 oder 6 der größten Erdmörsel machen."

Eine durchgreifende Umgestaltung erfuhr das Geschützwesen infolge der Neukonstruktionen an Handfeuerwaffen, die wir im nächstfolgenden Kapitel noch kennen lernen werden.

Wir hörten auf Seite 116, daß sich Major Reiche seit 1826 auf dem richtigen Wege befand, in Preußen ein gezogenes Hinterladegeschütz einzuführen. Zehn Jahre nachher fragten die Münchener Militärbehörden bei dem damals 24jährigen Alfred Krupp, dem Inhaber einer kleinen, von seinem Vater mit 14 Jahren ererbten Gußstahlwerkstätte, an, ob er Gewehrläufe aus Gußstahl herstellen könne. Doch erst nach sieben Jahren konnte Krupp den Militärämtern zu Deutz, Saarn, Suhl und Potsdam seine Fabrikate vorlegen. 1844 wandte Krupp sich mit seinen Gewehrläufen nach Berlin und Paris. In seinem Schreiben nach Berlin, datiert 1. März 1844[50]), sagt er: „Es ist mir gelungen, einen Gußstahl herzustellen, der die Eigenschaft der Festigkeit, Reinheit und Dehnbarkeit vereinigt im höheren Grade besitzt als irgendein anderes Metall, und daraus Gewehrläufe mit Mündung versehen, aus einem massiven Körper ohne Schweißen anzufertigen." Da die Kgl. Artilleriewerkstatt zu Deutz schon einen der gußstählernen Läufe für gut befunden hatte, stellte Krupp dem Kriegsminister anheim, einen der eingesandten Gewehrläufe, der in erkaltetem Zustande krumm geschlagen worden war, wieder auf kaltem Wege zu strecken, ohne daß das Material brechen werde. Auch berichtete er, daß die Kgl. Gewehrfabrik zu Saarn einen seiner

Gußstahlläufe „zum strengeren Versuch der Festigkeit des Materials auf die Hälfte der vorschriftsmäßigen Metallstärke abgefeilt und die gewöhnliche Schießprobe bis zu 6 Lot Pulverladung erhöht“ habe. Erst nach dieser Gewaltprobe habe sich der Lauf stellenweise erweitert, sei jedoch noch nicht zerrissen. Der Deutzer Prüfungsbericht hob hervor, daß der Gußstahl — abgesehen von den Kosten — unbedingt den Vorzug haben würde.

Es ist zu bedauern, daß im Berliner Zeughaus unter Nr. 485 des Führers ein gewöhnliches glattes schmiedeeisernes Geschützrohr der schwedischen Fabrik zu Åker als „Kruppsche Kanone von 1843“ etikettiert ist. Es ist das um so mehr zu verwundern, als das handschriftliche Inventar (lauf. Nr. 355, A. B. 7056) den schwedischen Ursprung dieses Rohres deutlich angibt. Dieses Geschütz mit seiner falschen Bezeichnung scheint mit Ursache zu sein, daß man die Erfindung der Gußstahl-Geschützrohre durch Krupp vor das Jahr 1843 verlegt. Tatsächlich machte Krupp in dem erwähnten Schreiben vom 1. März 1844 zum erstenmal den Vorschlag, Gußstahl zu Geschützrohren zu verwenden. 1845 konnte er, wie er angab, Gußstahlblöcke bis höchstens 300 Pfund Gewicht liefern. Über das erste Kruppsche Gußstahlgeschütz erhielt ich von der Artillerie-Prüfungskommission in Berlin folgende aktenmäßige Angaben: „Nach längeren Verhandlungen mit dem Königlichen Kriegsdepartement unterbreitete Krupp diesem 1847 den weiteren Vorschlag, einen Dreipfünder zur eingehenden Prüfung zur Verfügung zu stellen, der aus einem dünnwandigen gußstählernen Kernrohr bestand, das in einen gußeisernen Schaft (Mantel) eingelagert war, um das Rohr schwer zu machen und mit Schildzapfen versehen zu können. Zur Verbindung beider diente eine stählerne Bodenschraube, deren Kopf sich in Form einer bei glatten Kanonen üblichen Traube gegen die Bodenfläche des Mantels legte. Gegen seitliche Verschiebungen sicherte eine Stiftschraube, die in den Boden des Kernrohrs eingriff. Das Kernrohr der fertigen Kanone wog 229 Pfund, das Gesamtgewicht einschließlich Bodenschraube betrug 490 Pfund.“

„Die Versuche, 1848 wegen Kriegsgefahr verschoben, fanden im Juni 1849 statt. Bei 200 scharfen Schüssen (Kugelgewicht 2 Pfund 21 Lot, Ladung $1^1/_2$ Pfund Geschützpulver) tadelloses Verhalten des Materials; bei Gewaltsprengversuchen Rohr schließlich bei 3 Kugeln und 8facher Ladung zu Bruch gegangen. Vorzüge des Gußstahls gewürdigt: aber Zweifel erhoben, ob Fabrik imstande sein würde, Stahl von gleichartiger Beschaffenheit in größeren Mengen herzustellen. Erst am 4. September 1849 erfolgte seitens Krupps an die Artillerie-Prüfungskommission das Angebot, einen 6-Pfünder nach derselben Konstruktion, aber mit Bronzemantel, zu liefern. Veranlassung zu diesem Angebot war wohl die besonders kräftige Zerlegung des Gußeisenmantels beim Springen des Geschützes.“

Im Jahre 1850 stellte Krupp ein gußstählernes Geschützrohr her,

das im folgenden Jahre auf der Londoner Weltausstellung gezeigt wurde und noch jetzt im Berliner Zeughaus steht[51]).

Die Londoner Ausstellung machte Krupp bekannt, und es liefen Bestellungen auf Eisenbahn-, Schiffs- und Maschinenmaterial ein. Am 21. März 1853 wurde ein achtjähriges preußisches Patent auf nahtlos geschweißte Radreifen für Eisenbahnräder erteilt. Aus diesem Patent schöpfte Krupp jahrelang die Mittel zu seinen artilleristischen Versuchen. Am 16. Juni des Jahres 1853 besuchte der Prinz von Preußen, nachmaliger Kaiser Wilhelm I., die Kruppsche Fabrik. Auf den 17. Februar des folgenden Jahres fällt die Geburt des Sohnes Friedrich Alfred Krupp, mit dessen Tod (1902) die männliche Linie erlosch. Früh trat besonders der bayrische Oberst Weber, Direktor der Geschützgießerei zu Augsburg, in Dinglers Polytechnischem Journal (1855) für die Einführung der Kruppschen Gußstahlgeschütze ein* und auf der im gleichen Jahre zu Paris stattfindenden Ausstellung kam eine 12-pfündige Granatkanone zur Geltung. Gleichzeitig konnte Krupp einen Gußstahlblock vorführen, der 5000 Kilo wog. Napoleon III. ernannte Krupp zum Ritter der Ehrenlegion. Daß sogar eine Bestellung auf 300 Stück Geschütze seitens Frankreichs erfolgte, die aber wegen einer herrschenden Geldkrisis zurückgezogen worden und dadurch nicht zur Ausführung gekommen sei, ist unrichtig. Rußland, Holland, Württemberg, die Schweiz, Hannover, Spanien, Österreich und England machten Versuche mit diesen Geschützen. Ägypten aber war das erste Land, das Bestellungen machte: in den Jahren 1856 bis 1859 kamen 36 Geschütze dorthin zur Ablieferung. Nach Versuchen mit 6-Pfündern von Krupp wurden am 7. Mai 1859 300 Feldgeschütze von Preußen bestellt. Daß der damalige Prinzregent, spätere Kaiser Wilhelm I., die ursprüngliche Zahl „einhundert“ geändert habe, wie man allgemein liest, konnte ich auf Grund des eingesehenen Aktenmaterials noch nicht unzweifelhaft feststellen. Dreihundert Geschütze (9 cm-Geschütz c/61) kamen 1861 zur Ablieferung an Berliner Fabriken, die mit der Fertigstellung der von Krupp geschmiedeten und vorgedrehten Rohre beauftragt waren.

Doch der gezogene gußstählerne Hinterlader hatte damals noch große Vorurteile zu überwinden, und erst durch das persönliche Eingreifen des Königs Wilhelm schied am 28. Februar 1867 das letzte glatte Feldgeschütz aus der preußischen Armee aus. Nebenher wurden aber noch bis zum Jahre 1872 Versuche gemacht, die Bronzegeschütze auf die gleiche Höhe zu bringen, wie die damals auf ihre Haltbarkeit noch nicht erprobten Gußstahlgeschütze. Im Kriege von 1866 sind unter den 16 Batterien, die jedes Armeekorps führte, nur zehn gezogene gewesen, die aus Kruppschem Material in der Spandauer Fabrik hergestellt waren. Doch auch auf feindlicher Seite, bei den Hannoveranern und Sachsen, standen Spandauer Geschütze aus Essener Rohmaterial. Man sieht also, daß das geflügelte Wort „Ohne Krupp kein Königgrätz“ nicht gut angewendet werden

kann; bei Königgrätz siegte die unermüdliche Arbeit des preußischen Königs und die moralische Kraft seines Heeres, nicht ein Geschütz oder das Zündnadelgewehr. Im Kriege von 1870/71 hatte die Belagerungsartillerie von Gußstahlrohren nur den Vierundzwanzigpfünder, und diesen nur in beschränkter Zahl. Vor Straßburg standen unter 350 Geschützen nur 60 aus Gußstahl, und vor den meisten französischen Festungen fehlten sie überhaupt. Wäre es 1870 jedoch zu einer Verteidigung unserer Küsten gekommen, dann hätte die lange 21 cm-Ringkanone, die aus Essen stammte, gewaltige Verwüstungen an den französischen Panzern angerichtet, denn die Erfahrungen des Amerikanischen Krieges, wo die Panzer gegen gewöhnliche Geschützwirkung unverwundbar waren, hatten bei uns eingehende Versuche veranlaßt, aus denen die 21 cm-Ringkanone hervorgegangen war.

Ehe wir jedoch hier zur Besprechung des Geschützzubehörs übergehen, wollen wir uns den neusten und leistungsfähigsten Konstruktionen zuwenden, den Schnellfeuer- und Rohrrücklaufgeschützen.

Schon das Altertum versuchte, wie wir oben (S. 79) hörten, ein Schnelladegeschütz, das mit einer Revolvereinrichtung versehen war. Im 14. Jahrhundert gestaltete man die Feuerrohre so, daß man mit ihnen schnell schießen konnte. Es entstand die Grundform des Gatlinggeschützes (Abb. 44), und im Jahre 1405 begegnen wir bei Kyeser von Eichstädt bereits dem Revolvergeschütz. Auch Leonardo da Vinci entwarf um 1500 ein Schnellfeuergeschütz, das Abb. 47 wiedergibt. Es ist eine Vereinigung von Totenorgel und Revolver. In acht Lagen sieht man je neun Feuerrohre angeordnet, so daß das Geschütz in kurzer Zeit 8×9 Schuß abgeben kann. Gegen Ende des 16. Jahrhunderts beginnen, wie wir später sehen werden, die Versuche, Handfeuerwaffen mit Revolvereinrichtung herzustellen. Das älteste erhaltene Revolvergewehr befindet sich im Germanischen Museum in Nürnberg und stammt aus der Zeit zwischen 1590 und 1650. Es ist eine vorzüglich gearbeitete Wallbüchse mit drehbarer Ladetrommel.

Im Jahre 1861 führte der amerikanische Ingenieur Richard Jordan Gatling ein Geschütz ein, bei dem sich statt der sich drehenden Ladetrommel, gleich der alten Abb. 43, die Läufe selbst drehten, so daß schnell hintereinander aus dem jeweils obenstehenden Lauf gefeuert wurde. Im amerikanischen Bürgerkrieg kam die Gatling-Kanone zur Anwendung. Im Jahre 1866 konstruierte der französische Oberst de Reffye, Direktor der Kaiserlichen Artilleriewerkstätten in Meudon, die vielgefürchteten Mitrailleusen, von denen Napoleon III. sich so große Erfolge versprach. Das Geschützrohr bestand aus 5×5 Läufen von 13 mm Kaliber. Durch Einsetzen einer 25fach durchbohrten, mit ebenso vielen Patronen gefüllten Platte wurde das Geschütz geladen. In der Minute konnten drei bis fünf Platten eingesetzt werden, so daß insgesamt 75 bis 125 Schuß in der Minute abgegeben werden konnten. Wir wissen, wie wenig diese „Kugel-

spritzen" von unsern Truppen 1870/71 gefürchtet wurden. Übrigens ist der Gedanke nicht einmal ganz neu gewesen. Das Berliner Zeughaus besitzt beispielsweise ein Geschütz vom Jahre 1604 mit dem Wappen von Sachsen-Merseburg, das 8×8 Läufe in sich vereinigt.

Nach einer schon im Jahre 1854 von dem englischen Ingenieur Henry Bessemer angeregten Idee konstruierte der schwedische Ingenieur Thorsten Nordenfeldt 1877 zum erstenmal ein Geschütz, bei dem das Laden selbsttätig erfolgt, sobald ein Schuß abgegeben worden ist. Er bediente sich dazu der Kraft des beim Schuß entstehenden Rückstoßes. Doch erst 1885 trat der Amerikaner Hiram Stevens Maxim von London aus mit einem sog. Maschinengewehr an die Öffentlichkeit, das den hohen Anforderungen der Kriegstechnik entsprach. Der Unterschied zwischen Schnellfeuergeschütz und Maschinenkanone besteht darin, daß das letztere nach dem ersten Schuß selbsttätig weiterfeuert. Der Kanonier hat nur für das Richten zu sorgen. Die einzelnen Geschosse durchlaufen die Ladekammer auf einem breiten Gurt und werden durch die Kraft des Rückstoßes der Pulvergase in schneller Folge in das Rohr gebracht. Das in Deutschland eingeführte Maschinengewehr verfeuert in der Minute bis 500 Schuß unseres 8 mm-Geschosses.

Eine der einschneidendsten Konstruktionen, die jemals auf artilleristischem Gebiete gemacht wurden und die höchste Feuergeschwindigkeit bei größter Treffsicherheit gewährleistet, ist das sog. Rohrrücklaufgeschütz. Seit Jahrhunderten bemühte man sich, das infolge des gewaltigen Rückstoßes der Gase entstehende Aufbäumen und Zurücklaufen des Geschützes zu verhindern. Bei großen Geschützen war der Rückstoß oft so gewaltig, daß sich der ganze Apparat beim Schuß in die Erde vergrub. Als z. B. beim Westfälischen Frieden 1648 die Braunschweiger „Faule Mette" ihren zweiten Freudenschuß abgab, wurde das weitere Schießen unmöglich, weil sich das Rohr schon so tief in den Boden eingebohrt hatte, daß man es mit Winden und Hebezeugen erst herausholen mußte. Schon im Jahre 1750 versuchte der Organisator der österreichischen Artillerie, Fürst von Liechtenstein, ein Geschütz, bei dem das Rohr mit seinen Schildzapfen nicht fest in der Lafette lag, sondern auf zwei mit der Lafette verbundenen, gebogenen Schienen hinauflief und durch einen elastischen Gurt nach dem Schuß wieder in die Feuerstellung zurückgeholt wurde. Sir William George Armstrong, der von dem Ingenieur Ericsson dazu angeregt worden war, brachte 1864 an schwereren Geschützen eine besondere Bremse für den Rücklauf an. Sie bestand aus einer Anzahl an der Oberlafette angebrachter Schleifbleche, die in entsprechenden, an der Unterlafette befestigten Längsschienen schleiften, sobald das Rohr beim Schuß durch den Rückstoß der Pulvergase nach hinten getrieben wurde. Da sich die Schleifbleche mehr oder weniger zusammenpressen ließen, konnte man den Rücklauf beliebig regeln. Doch schon zwei



Abb. 54. Ehrhardt'sches Rohrrücklaufgeschütz bei Schießversuchen an der chinesischen Mauer.

Jahre später führte Armstrongs Landsmann, der Oberst Clerk, an Stelle der Lamellenbremse die erste Flüssigkeitsbremse ein, die sich bis heute, allerdings wesentlich verbessert, gehalten hat. Flüssigkeitsbremsen für Rohrrücklaufgeschütze bestehen aus einem in der Regel an der Unterlafette angebrachten Hohlzylinder, welcher ähnlich einem gezogenen Geschützrohr mit Zügen versehen und mit Glyzerin gefüllt ist. In demselben bewegt sich ein mit der Oberlafette verbundener Kolben. Beim Rückstoße des Schusses wirkt der Kolben auf das Glyzerin, welches neben dem Kolbenkopf durch die Züge allmählich abfließt, daß der Rücklauf eng begrenzt, der Stoß auf die Lafette aber trotzdem gemildert wird. In England kam diese Flüssigkeitsbremse an der Feldkanone c/84 im Jahre 1890 zuerst zur Anwendung, und zwar betrug die Rückwärtsbewegung des Rohres nur 10 cm. Durch diesen kurzen Rohrrücklauf konnte natürlich ein Aufbäumen des Geschützes beim Schuß noch nicht ganz vermieden werden.

Der Gedanke, einen langen Rohrrücklauf zur gänzlichen Aufhebung des Buckens und des Rücklaufens anzuwenden, wurde zuerst von dem Ingenieur Konrad Haussner, der bei der Firma Krupp in Essen Konstrukteur war, erdacht. Auffallenderweise wurde der Gedanke, trotzdem eingehende Versuche angestellt worden waren, von den deutschen Militärbehörden grundsätzlich abgelehnt. Haussner, der seine Erfinderrechte inzwischen an einen Münchener Kaufmann übertragen hatte, trat im Jahre 1896 von der Firma Krupp zu Heinrich Ehrhardt, dem Begründer der neuen Geschützfabrik in Düsseldorf, über. Aus der Verbindung der beiden tatkräftigen Männer ging alsbald ein brauchbares Rohrrücklaufgeschütz hervor. Inzwischen war aber in Frankreich die Feldkanone des Jahres 1897 mit einem hydropneumatischen Rücklauf des Rohres versehen worden, der einen Rücklauf von 1,1 m gestattete. Ehrhardt scheute seitdem keine Mühe, das Haussnersche System zu vervollkommnen und es gelang ihm im Jahre 1900, ein vorzügliches Rohrrücklaufgeschütz vorzuführen. Es ist ein 7,5 cm-Feldgeschütz, dessen Lafette sich beim ersten Schuß vermittels eines spatenartigen Sporens im Boden festrennt. Bei den folgenden Schüssen macht nur das Rohr allein eine Rücklaufbewegung, die durch eine Flüssigkeitsbremse begrenzt wird, worauf sich das Rohr durch eine Federkonstruktion wieder in die Feuerstellung vorschiebt. Die Bedienungsmannschaft bleibt während des Schießens rechts und links vom Rohr auf der Lafette sitzen. Ohne erneuertes Richten kann das Geschütz bis zu 17 Schuß in der Minute abgeben. Seitdem hat Ehrhardt auch größere Geschütze, besonders schwere Haubitzen, mit Rohrrücklauf versehen.

Ehrhardt ist besonders auch die Einführung der Schutzschilde an den modernen Geschützen zu danken. Es ist eigentlich auffallend, daß man die Bedienungsmannschaft so lange ohne diese Splitterpanzer arbeiten ließ. Im 15. und 16. Jahrhundert waren an

den Belagerungsgeschützen und auch vereinzelt an den Feldgeschützen Schutzpanzerungen, die allerdings aus Holz bestanden, angebracht.

Zum Schluß ist noch einiges über die Entwicklung der zum Geschützwesen gehörigen Geräte zu sagen. In der frühsten Zeit waren sie natürlich sehr primitiv. Mit einer langen, schmalen Schaufel wurde das Pulver in das Geschütz eingeführt, und nachdem die Ladung befestigt war, trieb man mit einem Knüppel, dem sog. Antreiber, die Kugel durch Hammerschläge unter Zuhilfenahme leichter Keile im Rohr fest. Gezündet wurden die Geschütze jahrhundertelang mit der Lunte, indem man das auf das Zündloch geschüttete Pulver in Brand setzte. Bis gegen Ende des 15. Jahrhunderts blieb das Artilleriewesen ohne wissenschaftliche Begründung, sein kanonisches Buch war bis dahin noch immer das Feuerwerksbuch (s. S. 95). Erst Martin Mercz führte die Mathematik als Grundlage des Zielens ein. Vor allem benutzte er zuerst den von Peurbach im Jahre 1450 erfundenen Quadranten, um ein Geschütz zu richten. Der Quadrant wurde vermittelst seines Fußes auf das Rohr aufgesetzt, so daß man in der Mittellinie des Rohres durch das Instrument visieren konnte. Mercz kannte aber auch schon einen am Geschütz fest angebrachten Aufsatz zum Visieren, der jedoch bei den Zeitgenossen keinen Anklang fand. Auch war er der erste, der Zeichnungen von Schußlinien gab. Seine Grabschrift (Abb. 28) hebt die Verdienste des Mannes in würdigen Worten bis auf unsere Tage auf: „Anno domini 1501 jar am tage vitalis ist verschieden der erber maister Martin Mercz, Büchsenmaister, in der kunst mathematica, Büchsemschiessen, vor andere berühmt, der sein herz vnd wergk allweg zu aufnemen der Pfalz vor andere Fürstenthumb bis an sein end gesetzt vnd getrewlich gedient. Des Sele Gott genedig vnd barmherzig sey!"

Eine praktische Anwendung der Mathematik war auch die Erfindung des Visierstabes oder Artilleriemaßstabes. Mit ihm wurde der Bohrungsdurchmesser der Rohre, sowie der Durchmesser der Kugeln von bekanntem Gewicht, oder, wenn man den Durchmesser kannte, das Kugelgewicht bestimmt. Er hatte drei verschiedene Einteilungen, für steinerne, bleierne und eiserne Kugeln bis zu 125 Pfund. Da er eine Erfindung des Nürnberger Theologen und Mechanikers Georg Hartmann vom Jahre 1540 war, lag ihm das Nürnberger Maß und Gewicht zugrunde, weshalb sich in fast allen europäischen Artillerien das Nürnberger Maß und Gewicht einführte. Vielfach schreibt man die Erfindung dem Italiener Tartaglia zu, doch mit Unrecht, denn Tartaglia, der Begründer der Ballistik, beschrieb das Instrument im Jahre 1546 und gab ihm dadurch weitere Verbreitung.

An Geschützen und Jagdgewehren sind heute die Zielfernrohre eine alltägliche Zugabe. Es wird deshalb interessieren, etwas über das hohe Alter dieser Instrumente zu erfahren. Vor der Erfindung

der Fernrohre — sie sind nach neueren Forschungen nicht in Holland im Jahre 1608, sondern in Italien vor dem Jahre 1590 erfunden worden — benutzte man zum Distanzmessen zwei im Winkel zueinander bewegliche Maßstäbe mit zwischengeschobenem Sinusmaßstab. Man maß die Entfernung also nach den Regeln der Trigonometrie, indem man sich zwischen Geschütz und Ziel ein rechtwinkliges Dreieck konstruierte. Die Verbindungslinie zwischen Ziel und Geschütz, also die gesuchte Entfernung, war die Kathete des Dreiecks, zugleich dessen Höhe. Der rechte Winkel lag beim Geschütz. Die Basis des Dreiecks war der eine Maßstab. Die Hypotenuse wurde von der Basis aus durch den zweiten Maßstab auf das Ziel hin visiert und nun der Basiswinkel durch den Sinusmaßstab gemessen. Da man jetzt die Länge der Basis und die beiden Winkel an der Basis kannte, mußte die an dem Sinusmaßstab abgelesene Entfernung der Länge der zweiten Kathete, d. h. der Zielentfernung, entsprechen. Jacques Peletier gab einen solchen Distanzmesser im Jahre 1573 zuerst an. Fünfundzwanzig Jahre später beschrieb der Italiener Capobianco ein ähnliches Instrument. Doch erst im Jahre 1608 wurde durch Leonhard Zubler, einen besonders tüchtigen Züricher Büchsenmeister, ein Distanzmesser angegeben, der nicht nur zum Richten und Justieren des Geschützes, sondern auch zum Distanzmessen, Höhenmessen und Geländeaufnehmen dienen konnte. Der erste, der das Fernrohr zum Distanzmessen heranziehen wollte, war der um die Kriegswissenschaften hochverdiente Philosoph Leibniz. Er sagte im Jahre 1670 in einem an Spinoza gerichteten Brief, er habe sich eine neue Form der Linse eines Fernrohrs erdacht, das zugleich als Distanzmesser dienen könne. Leider gibt Leibniz die Konstruktion nicht näher an.

Als im Jahre 1904 der Obersergeant E. Waller im ersten schwedischen Leib-Grenadier-Regiment seinen Zielspiegel für Gewehre bekannt machte, um aus dem Schützengraben feuern zu können, ohne den Kopf über den Grabenrand zu heben, wunderte man sich allgemein über diese einfache und doch so zweckmäßige Idee. Nun finde ich in einem alten Buch, daß der Gedanke eines solchen Zielspiegels schon Jahrhunderte alt ist. Der durch seine Mondforschungen berühmt gewordene Astronom Johann Hevel in Danzig berichtet nämlich, daß er im Jahre 1637 ein Werkzeug erfunden habe, um über Wälle und Mauern hinwegsehen zu können, ohne selbst gesehen zu werden. Der Gedanke, es könne dies Instrument im Kriege nützlich sein, veranlaßte den Gelehrten, ihm den Namen Polemoskop, d. h. Kriegsgucker, zu geben. Auch nannte man es einfach Wallgucker. Am Okularende des Instruments liegt ein metallener Planspiegel im halben rechten Winkel, hierauf folgen im Rohr drei Augengläser; fast am Ende des Rohres steht das Objektivglas, und ganz am Ende liegt wiederum ein ebener Metallspiegel im halben rechten Winkel. Man sieht also, daß das Instrument durch Vereini-

gung von zwei Fensterspionen gebaut war, die damals in vornehmen Häusern aufkamen, um alles beobachten zu können, was Herr Nachbar und Frau Nachbarin auf der Straße trieben.

Ob und wo solche Zielspiegel damals im Kriege angewandt wurden, weiß ich nicht. Es entstand aus ihnen aber die erste Form des Opernguckers. Unter diesem Namen verstand man nämlich zu Anfang nicht etwa ein Doppelfernrohr, womit wir heute die Vorgänge auf der Bühne beobachten, sondern ein kurzes, einfaches Fernrohr, dessen Röhre über das Objektivglas hinaus verlängert und dort seitlich ausgeschnitten war. Vor diesem seitlichen Ausschnitt stand im halben rechten Winkel ein Spiegel. Wer sich des Opernguckers bediente, tat es, um seine Nachbarn zu beobachten, doch er richtete das Rohr nicht auf deren Person, sondern nach einer ganz anderen Stelle des Theaters, denn der schrägstehende Spiegel seines Apparates brachte ihm ja die Bilder zu, die rechts oder links, oben oder unten im Zuschauerraum zu sehen waren. Man konnte sich mit dem Instrument also nach allen Seiten umsehen, ohne daß jemand gewahr wurde, wohin man sah. Man sieht daraus, daß anscheinend neue Erfindungen nicht nur längst vergessene Wiedererfindungen sein können, sondern daß auch die Instrumente des Krieges häufig im engen Zusammenhang mit friedlichen Werkzeugen stehen.

Panzerungen[1]).

Im Altertum war das Leder und die Bronze das am meisten verwendete Panzermaterial, und noch im Jahre 1354 panzerte Peter IV. von Arragon seine Schiffe durch einen Überzug von festem Leder[2]).

Karl V. verwendete im Jahre 1535 Blei, um seine Fregatte „Santa Anna" gegen feindliche Brandgeschosse zu schützen, und dieses Panzerschiff bewährte sich auch, als der Kaiser gegen den Seeräuber Chaireddin Barbarossa nach Tunis zog und dort allen Christensklaven die Freiheit verschaffte. Es scheint, daß dies die erste Metallpanzerung eines Schiffes war[3]).

An Geschützen verwendete man seit dem 15. Jahrhundert eine besondere Art von schweren Bohlenpanzerungen, um die Bedienungsmannschaft und das Rohr vor feindlichen Geschossen zu schützen. Es waren dies aus Balken gebildete Schutztüren, die den Raum zwischen den links und rechts vom Geschütz stehenden Schanzkörben verdeckten. Erst kurz vor dem Schuß wurde die Bohlentür dieser sog. Taraßbüchsen (taras = böhmisch, Bollwerk) hochgezogen und sogleich nach dem Schuß wieder gesenkt. In einem Falle ist mir jedoch auch ein hölzernes Schutzschild an Geschützen in unserm heutigen Sinne bekannt geworden. Man findet es in der Handschrift des Philipp Mönch vom Jahre 1496, die sich in der Heidelberger Universitätsbibliothek befindet. Abbildung 55 zeigt den eigenartigen Entwurf dieses Feldgeschützes. Die Pferde sind so an die mit dem Geschützkarren verbundene Deichsel gespannt, daß sie das Geschütz sogleich in die Feuerstellung schieben können. Um die Bespannung vor den feindlichen Geschossen zu sichern, liegt über dem Rohr ein kräftiges Schutzschild aus Holzplanken. Die Darstellung zeigt, wie ein Mann das Geschütz während des Vorgehens gegen den Feind abfeuert[4]).

Der erste, der Eisen als Panzermaterial vorschlug, war nach dem Zeugnis von Georg Philipp Harstörffer[5]) König Gustav Adolf von Schweden, der im Jahre 1630 eine besondere „kreisrunde Befestigungsmanier" entworfen hatte. Dazu wollte er eiserne Panzerschirme verwenden, die mit Hilfe von Gegengewichten gehoben oder gesenkt werden konnten. Dieser brauchbare Vorschlag fand jedoch keinen Eingang in die Praxis, man begnügte sich vielmehr bis ins 18. Jahrhundert mit Schutzständen aus Holzwerk, Korbgeflecht, festgestampfter Schafwolle oder alten Schiffstauen.

Bei der Belagerung von Gibraltar im Jahre 1782 gab der Ingenieuroberst Michaud d'Arçon zuerst gepanzerte schwimmende Bat-

terien an. Er ließ elf alte Linienschiffe so einrichten, daß sie teils eine, teils zwei Geschützlagen auf einer ihrer Längsseiten führten. Um das Gleichgewicht herzustellen, brachte er auf der andern Schiffsseite große Bleibarren an. Gegen feindliche Bomben waren sie durch ein schräges Dach von gegossenen Eisenplatten geschützt. Glühende Geschosse des Feindes wurden durch ein besonderes Pumpwerk gelöscht, das sein Wasser in eine am höchsten Punkt der Batterien angebrachte Rinne beförderte, von wo aus es durch alle Fugen des über fünf Fuß starken und gegen Entflammung mit Kork verkleideten Schiffskörpers herablaufen konnte. Man ging aber beim Abdichten der Batteriewände so nachlässig zuwerke,

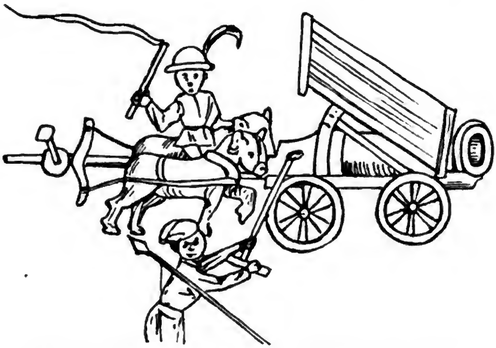


Abb. 55. Bronzene Bombarde mit Schutzschild und Hinterbespannung, 1496.

daß das Wasser der Pumpwerke in das Schiffsinnere eindrang und dort die Munition unbrauchbar zu machen drohte. Infolgedessen konnte man die Pumpen überhaupt nicht in Anwendung bringen und die Batterien verloren ihr wichtigstes Verteidigungsmittel. d'Arçon wollte seine Batterien dort verwenden, wo ihnen das Feuer der Festung Gibraltar nicht überlegen war; doch von der Oberleitung wurden sie der Hauptmasse der feindlichen Geschütze gegenübergestellt und es gelang den Engländern, zwei von ihnen in Brand zu schießen. Die übrigen wurden unerklärlicherweise auf Befehl des Oberkommandos von den Spaniern selbst in Brand gesteckt, wobei 2000 Menschen ums Leben kamen und die mit einem Aufwande von 2 000 000 Piaster erbauten und mit 192 neuen Geschützen ausgerüsteten Panzerbatterien zerstört wurden. Wie wir später im Kapitel über den Schiffbau hören werden, versuchte man fünf Jahre

nach der Beschießung von Gibraltar zuerst, ein Schiff aus Eisen, statt aus Holz zu bauen[6]).

Wenig bekannt ist es, daß im Befreiungskrieg der spanischen Kolonien in Amerika ein gepanzertes Schiff in Dienst genommen war. Am 14. April 1820 wird darüber berichtet: „Man hat oft von den Dampffregatten gesprochen, die zur Küstenverteidigung der amerikanischen Staaten bestimmt sind. Folgende Beschreibung derjenigen, welche in den letzten Monaten 1820 zu Boston fertig war, mag einen Begriff davon geben. Dieses Fahrzeug hat in seinen Dimensionen, die einer amerikanischen Fregatte vom ersten Range gleichen, nichts Bemerkenswertes. Sein großer Mast ist mit eisernen Reifen und Pflöcken versehen, weil man ihm alle mögliche Festigkeit geben wollte, indem er allen den Verteidigungsanstalten dieser so fürchterlichen Fregatte zur Stütze dient. Sie führt drei Dampfmaschinen, von denen zwei sie bei schwachem Wind und Windstille fortbewegen, die dritte, welche die Kraft von 60 Pferden hat, dient allein, die an dem großen Mast befestigten Verteidigungs-Zurüstungen in Bewegung zu setzen. Diese Zurüstung besteht in einer Reihe eiserner Keulen, die sich, vermittelst in dem Mittelpunkt des Schiffes von beiden Seiten des Mastes befestigter Zapfen, auf einer vertikalen Fläche bewegen. Wenn diese Maschine in Tätigkeit ist, heben und senken sich diese Keulen wechselweise. Bord an Bord gefochten, würden sie alles niederschmettern, Menschen, Takelwerk, ja selbst den Bord eines feindlichen Schiffes zertrümmern. Ein anderer eiserner Balken, länger wie jene, ist längs des Besanmastes befestigt; allein dieser bewegt sich horizontal, und würde eine fürchterliche Verwüstung unter der feindlichen Mannschaft hervorbringen, denn er ist in seiner ganzen Länge nach mit eisernen Haken und schneidenden Klingen besetzt. Die Einrichtung ist so getroffen, daß, wenn ein feindlicher Mast diesem Balken in den Weg kommt, er sich von seinem Zapfen abhebt, so daß die Fregatte sich dadurch nicht an das feindliche Fahrzeug angehakt findet. Eine der Katapulte der Alten ähnliche Maschine ist am Steuerbord, auf dem Vorderteil der Fregatte angebracht. Ihre Kraft ist so groß, daß sie mit ihrer höchsten Anstrengung zwei Zentner schwere Steine zwei-, dreihundert Ruten weit zu schleudern vermag. Eben diese Maschine kann kochendes Wasser, siedendes Pech, geschmolzenes Blei schleudern. Der alte Gebrauch glühenden Sandes zu gleicher Absicht soll hier auch in Anwendung gebracht werden. Während alles dies geschieht, sind nur etwa zwölf Mann auf dieser Bostoner Fregatte. Zwei an dem Steuerrad sind durch gute Schanzen gesichert; zwei andere leiten die Bewegungen der Katapulte, und zwei oder drei andere sind auf verschiedenen Punkten der Fregatte beschäftigt. Die übrige Mannschaft bedient die Kanonen der ersten und zweiten Batterie und besorgt die Dampfmaschine. Die Seiten der Fregatte bestehen in einer dicken Holzwand mit Stahlplatten belegt; die Verdecke sind mit keiner Bombe durchzuschlagen. — Allem diesem

zufolge ist es erwiesen, daß dieses Fahrzeug durch kein Entern zu erobern ist. Um aber den Feind noch wirksamer zurückzuschlagen, hat es an jeder Seite hundert eiserne Haken und ebenso viele Klingen, die alle durch den Dampf in Bewegung gesetzt werden und in weniger Zeit die Mannschaft mehrerer Schiffe zerstören würden. Sollte dieses letzte Mittel, nebst dem siedenden Pech, kochendem Wasser und heißem Sande nicht hinreichen, so würde man ein Rad in Bewegung setzen, das, mit Schneiden und Spitzen bewaffnet, sich in jeder Richtung bewegen kann und die Angreifenden niedermetzeln würde[7])."

Als vier Jahre später der niederländische Leutnant zur See Gerhard Moritz Roentgen in einer Denkschrift unter anderen Verbesserungen für den Bau von Kriegsschiffen zugleich auch den Vorschlag machte, das Schiff „wenigstens drei Fuß unter und drei Fuß über der Wasserlinie rings herum stark zu panzern", fand er bei seiner vorgesetzten Behörde mit dieser Neuerung nicht das geringste Verständnis[8]). Man fand die Roentgenschen Pläne höchst phantastisch, so daß es sich nicht zu lohnen scheine, Versuche in dieser Richtung anzustellen. Trotz diesem abfälligen Urteil der eingesetzten Prüfungskommission befahl König Wilhelm der Niederlande doch, die hölzerne Fregatte „Rhijn" nach Roentgens Vorschlägen umzubauen. Zur Ausführung kam der Befehl des Königs jedoch nicht, da Roentgen inzwischen aus dem niederländischen Militärdienst ausgetreten war, um sich eine bessere Lebensstellung zu verschaffen. In späteren Jahren begegnet uns dieser Pionier des Panzerschiffs als Erfinder der Mehrfach-Expansions-Dampfmaschine.

Dem französischen General H. J. Paixhans war der Roentgensche Vorschlag wohl bekannt geworden, als er 1834 den Schutz hölzerner Schiffswände durch Panzerungen nachdrücklich wiederum vorschlug. Paixhans legte in einer Denkschrift[9]) damals die wichtigsten Gesichtspunkte für die Erbauung bombensicherer Panzerschiffe dar, dennoch kümmerte man sich nicht um die Verwirklichung des Gedankens. Erst nachdem im Jahre 1849 die ungepanzerten dänischen Schiffe am 5. April bei Eckernförde durch sechs nassauische Geschütze vernichtet worden waren, und noch mehr, nachdem die türkische Flotte am 30. November 1853 vor Sinope durch die Russen eine Niederlage erlitten hatte, erkannte man die Notwendigkeit gepanzerter Kriegsschiffe, um mit den Verbesserungen der Geschütze nun auch im Schiffbau gleichen Schritt halten zu können.

Napoleon III., bekanntlich ein hervorragender Artillerist, veranlaßte im Jahre 1854 den Ingenieur Guieysse zur Erbauung von drei gepanzerten schwimmenden Batterien. Sie kamen am 17. Oktober des folgenden Jahres vor Kinburn mit großem Erfolg zur Verwendung und gaben für die allgemeine Einführung der Schiffspanzer endgültig den Ausschlag.

Das erste Schiff[10]), das eine Panzerung im modernen Sinne

des Wortes trug, war die französische Fregatte „La Gloire“, die nach den Plänen des Chefingenieurs des französischen Schiffbauamtes, Dupuy de Lôme, am 24. November 1859 zu Toulon vom Stapel lief. Es war das erste Hochseepanzerschiff, und in kurzer Zeit verschwanden darauf die hölzernen Linienschiffe von der Bildfläche. Die übrigen Staaten, in erster Linie England, wurden gezwungen, dem Beispiele Frankreichs zu folgen und ebenfalls Panzerschiffe zu bauen, bei denen jedoch zunächst der Holzbau beibehalten und nur die äußerste Plankenschicht durch Eisenplatten ersetzt wurde. Die Panzerplatten dieser Zeit waren verhältnismäßig schmal und 110 bis höchstens 125 mm dick. Sie wurden in recht mühseliger Weise aus Schmiedeeisen unter dem Dampfhammer hergestellt. Als dann stärkere und größere Platten verlangt wurden, ging man dazu über, die Platten zu walzen. Da man aber nach wie vor an dasselbe Material, Schweißeisen, gebunden war, so war auch dieses Walzverfahren recht umständlich. Es wurden zunächst Pakete aus acht Blechen von 25 mm Dicke schweißwarm gemacht und bis etwa auf die Hälfte der Gesamtstärke ausgewalzt. Aus drei bis vier solchen Platten von etwa 60 mm Stärke wurde wiederum ein Paket gebildet, das in der Schweißhitze bis auf etwa 120 bis 180 mm Stärke ausgewalzt wurde. Es ist klar, daß bei diesem oft noch in mehreren Zwischenstufen wiederholten Schweißprozeß Fehler in den Platten niemals ganz vermieden werden konnten. Derartige, meist innen liegende Schweißfehler, Blasen u. dgl., waren an der fertigen Platte schwer, höchstens durch den Klang beim Anschlagen, erkennbar, und doch wurde die Widerstandsfähigkeit der Platte durch sie sehr stark vermindert.

Ein eigenartiger Zufall hatte es gewollt, daß in die Jahre der Einführung der Panzerung auch die Einführung der gezogenen Geschütze fiel. Es entspann sich damit schon Ende der sechziger und noch mehr in den siebziger und achtziger Jahren des verflossenen Jahrhunderts jener noch nicht beendete Kampf zwischen Geschütz und Panzer, der zunächst dazu führte, daß immer stärkere Platten verlangt wurden. Da es aber nicht gut möglich war, aus dem Schweißeisen dickere Platten als höchstens von 250 mm Stärke herzustellen, so mußte zu dem Ausweg geschritten werden, die Panzerung aus mehreren Schichten von Panzerplatten, abwechselnd mit starken Holzbohlen, herzustellen. Man wußte wohl, daß derartige getrennte Panzerplatten von etwa 250 und 150 mm Stärke trotz gleichem Gewicht nicht so widerstandsfähig waren als eine Platte von einer Gesamtstärke von 400 mm, aber man hatte kein anderes Mittel als die Teilung der Platte der Dicke nach. Es war aber naturgemäß, daß die Erkenntnis des Fehlers der geschweißten Platten und die gesteigerte Durchschlagsfähigkeit der gezogenen Geschütze das stete Streben nach Verbesserung erzeugen mußte. Demnach sind die Versuche, das Schmiedeeisen in der Panzerfabrikation durch Stahl zu ersetzen, recht alten Datums. Doch scheiterte die Ein-

führung des Stahls zunächst an der Sprödigkeit des Materials, die es mit sich brachte, daß die Stahlplatte bei einem Volltreffer oft genug in mehrere Stücke zersprang.

Ganz aus Eisen konstruierte zuerst der Engländer T. Watts das englische Panzerschiff „Warrior", das am 29. Februar 1860 vom Stapel lief. Im gleichen Jahre schlug sein Landsmann, der Kapitän Cowper Phipps Coles die Verwendung von kuppelförmigen Panzerdrehtürmen auf Kriegsschiffen vor. Mit dem nach seinen eigenen Plänen erbauten „Captain" verunglückte der geniale Coles auf seiner ersten Reise im Jahre 1870. Doch schon 1861 hatte der in Amerika lebende Ingenieur John Ericsson für die Nordamerikanische Union ein Panzerdrehturmschiff nach den Vorschlägen von Coles erbaut. Eine seiner besonderen Merkwürdigkeiten war, daß es, wegen der kriegerischen Zeiten, binnen hundert Tagen erbaut wurde. Es führte den Namen „Monitor" und kam am 9. März 1862 im Nordamerikanischen Bürgerkrieg zuerst ins Gefecht. Sein Gegner war der mit einem Panzer aus Eisenbahnschienen notdürftig hergerichtete „Merrimac", seiner Bauart nach ein Batterieschiff. In diesem ersten Kampf zweier Panzer zeigte das Turmschiff eine so große Überlegenheit über das Batterieschiff, daß der „Monitor" für den Bau kleinerer Turmschiffe vorbildlich wurde und ihnen auch den Namen gab. Im Jahre 1868 wurde zu Chatham das nach Plänen von Edward James Reed erbaute Turmschiff „Monarch" vom Stapel gelassen, das als erstes seetüchtiges Hochsee-Turmschiff angesehen werden muß, während die Gattung „Monitor" nur eine Art mit bedingter Hochseetüchtigkeit war. Nach dem direkten Vorbilde des Monarch wurden die späteren deutschen Turmschiffe „Preußen" und „Friedrich der Große", sowie der untergegangene Panzer „Großer Kurfürst" erbaut.

Nach den Plänen von Reed war auch das erste Schiff des Kasematt-Typus, der im Jahre 1864 zu Deptford vom Stapel gelassene englische Panzer „Enterprise", erbaut. Die deutsche Kriegsmarine erhielt später nach Plänen von Reed die Kasematt-Panzerschiffe „Kaiser" und „Deutschland"[11]). Das erste gepanzerte Zitadellschiff lief 1876 zu Portsmouth vom Stapel. Es war nach Plänen des Ingenieurs Nathaniel Barnaby erbaut worden und trug den Namen „Inflexible". Nach diesem Typ sind die deutschen Panzer der Sachsenklasse, jedoch als Barbetteschiffe, mit festen, oben offenen Türmen, gebaut. Der „Inflexible" hat außer dem vertikalen Gürtelpanzer zum ersten Male auch einen Horizontalpanzer, d. i. ein die empfindlichsten Schiffsteile, wie Maschinen u. dgl., überdeckendes, flachgewölbtes, und dadurch senkrechten Treffern entzogenes Panzerdeck.

Inzwischen war man auch zur Herstellung von gepanzerten Festungswerken übergegangen. Dem preußischen Ingenieuroffizier Maximilian Schumann gebührt das Verdienst, zuerst eine Panzerkasematte zur Ausführung gebracht zu haben. Dieser erste Panzer des deutschen Festungsbaues kam 1866 auf dem großen Sande bei Mainz

zur Aufstellung. Er enthielt auch die sog. Minimalschartenlafette, eine Geschützlafette, deren Drehpunkt in der in ihrer Größe auf ein Mindestmaß beschränkten Schießscharte liegt. Drei Jahre später lieferte Hermann Gruson, der sich im vergangenen Jahre mit einem eisernen Hartgußgeschoß einen Namen gemacht hatte, den ersten Panzerstand aus Hartguß. Der Stand wurde sogleich in Tegel beschossen und erhielt erst beim 22. Treffer eine Bresche. Als Küstenbefestigung, bei der so viele Treffer unmöglich sind, genügte er den damaligen Angriffswaffen. Inzwischen aber hatte Schumann im Auftrag der preußischen Regierung einen Drehpanzerturm für ein 15 cm-Geschütz erbaut, und zwar wiederum, wie im Jahre 1866, aus englischem Material. Gruson erklärte sich sogleich bereit, einen solchen Panzerturm aus Hartguß in Deutschland herzustellen, und es gelang ihm auch, vom Staate den Auftrag auf eine Hartgußkuppel zu erhalten. Dadurch fühlte sich Schumann so sehr gekränkt, daß er seinen Abschied nahm. 1873 wurde die erste Grusonsche Hartgußkuppel mit 55 15 cm-Granaten beschossen, ehe sie eine Bresche erhielt. Gruson war aber selbst mit dieser Leistung noch nicht zufrieden und baute nach eigenen Grundsätzen und ohne Vorschriften der Militärbehörde eine neue Panzerkuppel, die im folgenden Jahre in Tegel versuchsweise beschossen wurde. 288 Treffer wurden bei diesem Versuch auf die Kuppel abgegeben, ohne daß sie breschiert wurde. Es war dies nicht nur von hohem Wert für den deutschen Festungsbau, sondern vor allem ein Sieg für die deutsche Eisenindustrie in ihrem schweren Kampfe gegen England. Die Grusonschen Hartgußpanzertürme (siehe Abb. 56) wurden seitdem vorbildlich.

Schumann hatte inzwischen aber im Privatleben nicht geruht, sondern eine sog. Panzerlafette konstruiert, d. h. einen Panzerturm, dessen gewölbte Decke starr mit den Wänden der Lafette verbunden ist. Für Binnenlandsbefestigungen ergaben sich aus dieser Konstruktion eine Reihe von Vereinfachungen, die den Grusonschen Panzertürmen gegenüber als Vorzüge gelten mußten. Schumann war aber zu wenig Konstrukteur, um sich an die endgültige Durcharbeitung der Pläne seiner Erfindung wagen zu können, und er bot deshalb seinem alten Gegner Gruson die Hand zur Versöhnung. Beide Männer arbeiteten seitdem gemeinsam und brachten im Jahre 1883 eine verbesserte Panzerlafette zustande. 1885 besiegte der Gruson-Schumannsche Turm die französischen Panzerfabrikate in einem Konkurrenzschießen in Bukarest, und im folgenden Jahre wurden die Engländer nochmals durch die Widerstandsfähigkeit einer Grusonschen Hartgußpanzerplatte bei Schießversuchen in Spezia besiegt. Diese Grusonsche Platte wog 88 000 kg und hielt die Schüsse einer 45 cm-Kanone von Armstrong aus, die gehärtete Stahlgeschosse von 1000 kg mit einer Ladung von 375 kg prismatischem Pulver warf.

Die großartige Entwicklung der Stahlindustrie ermöglichte die



Abb. 56. Gruson'scher Panzerturm mit zwei 24 cm Geschützen im Bau.

Herstellung großer Panzerplatten aus Stahl, doch es war äußerst schwierig, für solch große Stahlstücke eine gleichmäßige Härtung, wie sie bei Panzern notwendig ist, zu erzielen. Die Platten wurden meist zu spröde und gingen deshalb bei der Beschießung in Trümmer. Alexander Wilson, der Direktor der Cyclop-Iron-Works in Sheffield, stellte 1877 zum erstenmal eine Verbund-Panzerplatte aus Flußstahl und Eisen her, so daß die weiche Eisenschicht unter der harten äußeren Flußstahlschicht gewissermaßen als elastisches Polster wirkte und infolgedessen die Flußstahlschicht vor Zertrümmerungen bewahrte. Im Grunde tat Wilson dasselbe, was Gruson bei seinen Hartgußplatten schon getan hatte, er legte eine harte äußere Schicht auf eine weiche Innenschicht. Da sich um diese Zeit aber auch einige deutsche Werke darauf verlegt hatten, schwere Panzerplatten zu walzen und die Platten zu kugelförmigen Kalotten zu kümpen, so wurde die Widerstandsfähigkeit dieser Panzerungen größer, als es bei den Hartgußpanzern von Gruson der Fall war, und sie traten mit Recht an die Stelle des Grusonschen Hartgusses.

Ein eigenartiges Verfahren zur Herstellung von Verbund-Panzerplatten wurde 1880 von J. H. Ellis bei der Firma John Brown & Co. in Sheffield durchgeführt. Ellis goß harten Siemens-Martinstahl auf eine gewalzte Schmiedeplatte auf und walzte die beiden Schichten zusammen. Derartige Verbundplatten sind außerordentlich widerstandsfähig. Als erstes Schiff wurde der englische Panzer „Inflexible" damit armiert. Noch weit fester ist eine Legierung eines im Martinofen gewonnenen Nickelstahls, bestehend aus 36 Teilen Nickel, ebenso vielen Teilen Stahl, 3 Teilen Kohlenstoff und 2 Teilen Mangan. Die Nickelstahlplatten, die 1888 von Schneider & Co. in Creuzot aufgebracht wurden, haben eine Umwälzung des Panzerbaues herbeigeführt, zumal man sie seit 1891 nach dem Verfahren von T. J. Tresidder mittels Wasserbrausen unter hohem Druck härten kann. Es muß Druckwasser angewendet werden, weil sonst die einzelnen Wasserstrahlen die sich auf den heißen Platten bildenden Wasserdämpfe nicht durchdringen würden. Das Druckwasser hingegen gelangt durch die Dämpfe hindurch bis zu der zu kühlenden Panzerplatte. Ein anderes Härteverfahren für Nickelstahl-Panzerplatten wird seit 1892 von der Firma Krupp in Esssen angewandt. Dazu wird die ausgewalzte Platte auf Weißglut erhitzt und dann über die zu härtenden Flächen unter Luftabschluß ein Strom von Leuchtgas hinweggeleitet. Die Platten werden, da das Leuchtgas seinen Kohlenstoff an das Metall abgibt, zementiert. Durch schließliches Abschrecken in kaltem Wasser werden die Panzerplatten auf ihrer Vorderseite nahezu diamanthart.

Wie weit die Fabrikation der Panzerplatten gediehen ist, zeigte die Firma Krupp 1902 auf der Düsseldorfer Ausstellung, indem sie eine Panzerplatte von 13,16 m Länge, 3,4 m Breite und 0,30 m Dicke im Gesamtgewicht von 106000 kg ausstellte; es ist das die größte bisher angefertigte Panzerplatte.

Handfeuerwaffen.

Wohl bald nach der Erfindung der Schießpulvergeschütze fertigte man sich kleine, bequem tragbare Feuerrohre, die auf einem Holzschaft befestigt waren, um sie gegen den Feind abschießen zu können. Mit anderen Worten, es wurde durch Verkleinerung des groben Geschützes die Handfeuerwaffe erfunden.

Weder der Name des Erfinders, noch der Ort oder die Zeit der Erfindung der Handfeuerwaffen sind uns bekannt. Erst die neuste Forschung hat uns ein Bild von ihrer Entwicklung gegeben. Besonders wertvoll in dieser Hinsicht waren die Studien und die Sammlertätigkeit des Straßburger Gelehrten Dr. Robert Forrer[1]).

Soviel bis jetzt bekannt geworden ist, findet sich eine Handfeuerwaffe zuerst im Jahre 1338 mit dem Worte „handgone" (handgun, d. h. Handgeschütz) erwähnt[2]). Meist sind jedoch im 14. Jahrhundert die Ausdrücke für große und kleine Geschütze so übereinstimmend, daß man aus ihnen die besondere Form oder Verwendungsart nicht entnehmen kann, es wird eben allgemein von „Büchsen", „Eisengefäßen" oder „Kanonen" gesprochen. In der Geschichte von Perugia lassen sich einmal mit Bestimmtheit Handfeuerwaffen dadurch feststellen, daß im Jahre 1364 von der Anfertigung von „500 Bombarden von einer Spanne Länge" die Rede ist[3]). In einem andern Falle können wir aus einer Nachricht ebenso gewiß auf Handfeuerwaffen schließen, weil das Gewicht der Büchsen angegeben wird. Als Unterlage dazu dient uns die Regensburger Chronik[4]), wo beim Jahre 1379 der Zeugschmied Leonhard berichtet, daß er zur Befestigung der Stadt u. a. „11 Büchsen, die in Holz verrichtet sind, und mit Eisen beschlagen" dem Rat übergeben habe; die Büchsen „die wägen zusammen 120 Pfund". Es würde also auf jedes Büchsenrohr nicht ganz 11 Pfund Gewicht kommen, was dem Gewicht der damaligen Handbüchsen entspricht. In Abb. 58a sehen wir die gewöhnliche Form der Handfeuerwaffen des 14. Jahrhunderts: auf einem etwa 90 cm langen, nach hinten hin verjüngten Holzschaft liegt bis zur Hälfte seines Durchmessers eingebettet das etwa 16—19 cm lange eiserne Feuerrohr. Zwei kräftige Eisenbänder halten es auf dem Holzschaft fest. Geladen wird das Rohr von vorn und abgefeuert dadurch, daß der Schütze dem Zündloch eine brennende Lunte nähert. Eine Büchse dieser Art mit altem Holz-

schaft befindet sich im Museum zu Bern, die hier abgebildete, deren Holzschaft ergänzt ist, wurde in der Schweiz gefunden und befindet sich jetzt in der Sammlung Forrers in Straßburg. In dem ältesten Artilleriebuch[5]), das sich jetzt auf der Münchener Staatsbibliothek befindet, sehen wir ums Jahr 1380 ähnliche Handbüchsen wie diese beiden Rohre abgebildet; doch der Handschrift fehlt jeder erklärende Text über die kleinen Feuerwaffen.



Abb. 57. Krieger mit Armbrusten und Stangenbüchsen.
Holzschnitt aus Rudimentum Noviciorum, Lübeck 1475.

In deutscher Sprache wird wohl 1388 zuerst eine „hantpüchs" erwähnt, und zwar in der Chronik über die Einnahme der Burg Möhringen. Es wird aber nicht mit irgendeinem Wort das Aussehen dieser Handbüchse näher gekennzeichnet[6]). Die älteste sichere Datierung läßt ein Handrohr zu, das im Jahre 1849 in einer Zisterne der im Jahre 1399 vollständig zerstörten Burg Tannenberg in Hessen gefunden wurde. Die Zerstörung der Feste war eine so vollständige, daß alles dem Boden gleich gemacht wurde. Es ist deshalb so gut wie ausgeschlossen, daß jenes jetzt im Germanischen Museum

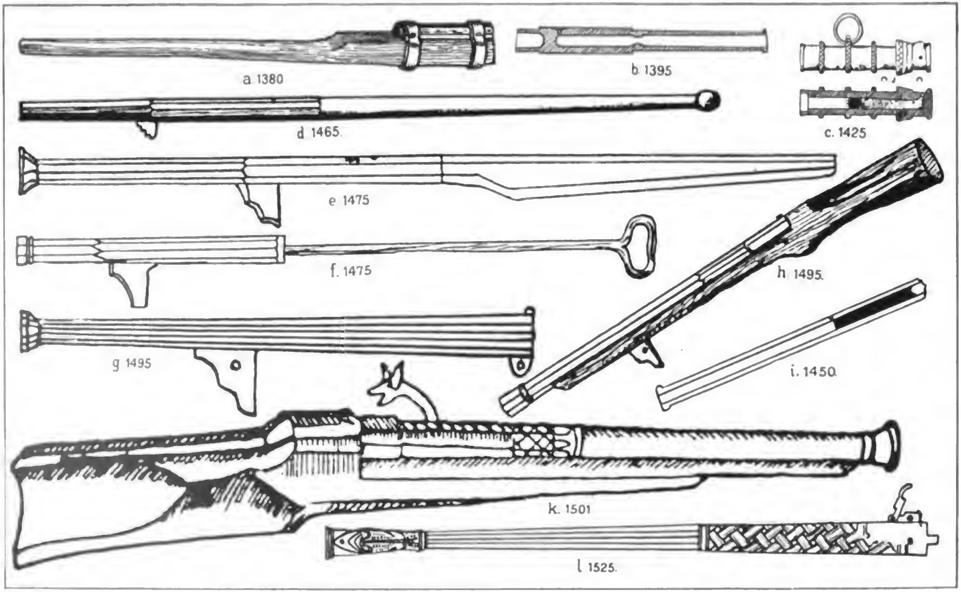


Abb. 58. Entwicklung der Handfeuerwaffen.

a, c, d, e, f, g, h, i, l aus der Sammlung Forrer, Straßburg i. E.; b im Germanischen Museum in Nürnberg; k nach einer Abbildung auf einem vom Rat der Stadt Köln herausgegebenen Einladungsblatt zu einem Büchsenschießen.



Abb. 59. Älteste datierte Handfeuerwaffe. 1421 (China).

in Nürnberg aufbewahrte Handrohr später unter die Trümmer der Burg gekommen sein könnte. Das Rohr (Abb. 58b) ist aus Bronze gegossen und gehört zur Klasse der sog. Stangenbüchsen, d. h. es war auf einer längeren Holzstange befestigt, in der gleichen Art, wie wir dies in Abb. 58b sehen. Auffallend ist an der Tannenbergbüchse die von dem Lauf durch einen Wulst besonders abgetrennte Pulverkammer[7]).

Es war für die Handwerker nicht schwer, an den einzelnen Rohren gewisse Veränderungen und Verbesserungen anzubringen. So sehen wir z. B. in Abb. 58c ein in dem Tiber gefundenes Eisenrohr, das in einem Ring hängt. Es war ehemals in der Art der Abb. 58a in einem Holzschaft gelagert, und es trug den Ring wohl nur, um am Sattel angehangen zu werden. Wir haben in dieser primitiven Waffe, die Abb. 58c auch im Schnitt zeigt, wohl eine der ältesten Formen der Reitergewehre vor uns.

In der deutschen Geschichte treten Handfeuerschützen angeblich zum ersten Male bei dem Zug der Augsburger gegen Rothenburg auf, der in die Zeit vom Juli des Jahres 1407 bis zum Februar 1408 fällt. Der Augsburger Chronist Gasser behauptete später[8]), seine Landsleute hätten „achtzig Bombardenträger zu Fuß“ mitgeführt. Tatsächlich läßt sich jedoch über diese angeblich erste Verwendung der Handfeuerwaffen in Deutschland nichts in den einschlägigen Quellenwerken ermitteln[9]).

Die älteste bisher bekannt gewordene datierte Handfeuerwaffe fand ich vor einigen Jahren im Berliner Museum für Völkerkunde. Sie ist hier in Abb. 59 wiedergegeben. Nur der unten teilweise sichtbare Holzschaft ist im Bilde hinzugezeichnet worden, um die richtige Verwendungsart des Feuerrohrs zu zeigen. Man hatte das Rohr nämlich früher als „Wallpistole von der chinesischen Mauer“ bezeichnet, weil man den oberen glatten Teil als den Handgriff, den unteren kürzeren Teil als das Pistolenrohr angesehen hatte. Man hätte sich allerdings leicht von dieser falschen Annahme dadurch überzeugen können, daß man einmal versucht hätte, in das Pistolenrohr hineinzublasen. Tut man dies, so geht die Luft nicht zum Zündloch hinaus, wohl aber entweicht die Luft auf diese Weise, wenn man zu dem angeblichen Handgriff hineinbläst. Es handelt sich also gar nicht um eine Wallpistole, sondern um eine Stangenbüchse in der Art von Abb. 58b und d. Aber nicht nur durch die richtige Deutung der Ver-

wendungsart des Rohres wurde mein Fund interessant, sondern weit mehr durch den Vergleich des Inhalts der über dem Holzschaft sichtbaren chinesischen Inschrift auf dem Rohr. Auf der Schafthülse trägt das Rohr drei verschiedene chinesische Inschriften, einmal eine Art Inventarnummer, das andere Mal den Namen eines kaiserlichen Beamten und an dritter Stelle eine ganz genaue Datierung: „Kaiser Yung-lo im 19. Jahr, 7. Monat angefertigt.“ Es ist sogar noch Platz gelassen, um den Tag der Anfertigung ausfüllen zu können, doch das ist nicht geschehen. Die Anfertigung dieser ältesten datierten Handfeuerwaffe fällt also in die große Blütezeit Chinas, die im Bronzeguß besonders Hervorragendes leistete, nach unserer Zeitrechnung in das Jahr 1421. Auffallend ist die an europäischen Rohren jener Zeit noch fehlende Zündpfanne, die ehemals durch einen jetzt abgebrochenen Deckel geschützt war[10]).

In Europa erwähnt das Feuerwerksbuch um 1422 zuerst, daß man aus den Handfeuerwaffen Bleikugeln schießen könne[11]). Weit über ein halbes Jahrtausend hat sich das Bleigeschoß den Handfeuerwaffen erhalten. Eingang fanden die Handbüchsen nur recht langsam in den Heeren. Unter den 80 000 Mann, die 1427 das hussitische Böhmen überzogen, befanden sich nur etwa 200 Handbüchsen; bei dem Zug der Brandenburger gegen Stettin im Jahre 1429 waren unter 1000 Mann zu Fuß nur 50 mit Handbüchsen bewaffnet. Die Leistungsfähigkeit der Büchsenschützen war eben noch zu gering und die Durchschlagskraft der Geschosse übertraf die der Armbrustbolzen nicht sehr. Im Geschwindschießen blieben die Feuerschützen weit zurück, denn sie brauchten eine Viertelstunde, um mit ihren Handrohren schußfertig zu sein, während in derselben Zeit ein geübter englischer Bogenschütze 180 Schuß abgegeben hatte. Bedeutender als die materielle Wirkung war wohl die moralische der leicht beweglichen Büchsenschützen. Noch ums Jahr 1480 wird anempfohlen, die Schützen mit den Handbüchsen heimlich aufzustellen, damit sie die Spitze des Feindes überraschen könnten.

Es würde hier zu weit führen, die zahlreichen Nachrichten über Feuerwaffen aus dem 15. Jahrhundert zusammenzustellen; wir müssen uns vielmehr damit begnügen, kurz noch einige der wichtigsten Formen der Handbüchsen jener Zeit zu beschreiben. Auf unserer Abb. 58 stellt e eine Stangenbüchse dar, die den Ansatz zur Ausbildung des Kolbens erkennen läßt. Das Rohr, das sich in der Sammlung Forrer befindet, wurde bei Frankenberg in Bayern gefunden. Wir erkennen an ihm und auch an anderen Rohren unserer Abbildung besonders angegossene Haken, die den Zweck hatten, die Rohre beim Schuß an die äußere Kante einer Mauer anzulegen, um den Rückstoß der Waffe aufzufangen. Man nennt diese Art deshalb Hakenbüchsen. Das Rohr f unserer Abb. 58 ist eine Hakenbüchse mit eisernem Stangenschaft. Besonders kräftig ist der Haken bei dem Rohr g ausgebildet, das aus Köln stammt und zu der

größten Sorte von Handfeuerwaffen gehört. Bei Hakenbüchse h ist der Kolbenschaft bereits deutlich zu erkennen. Der Lauf selbst ist bei dieser Waffe aus Schmiedeeisen gefertigt. Es wurde im Stadtgraben von Nieheim in Westfalen aufgefunden.

Häufig kam es natürlich vor, daß eine der leichten Feuerwaffen zersprang. Aus verschiedenen Funden wissen wir, daß man den erhaltenen Teil des Rohres dadurch zu retten suchte, daß man ihn zu einem kürzeren Rohr umgestaltete. Bei einem aus Ulm stammenden Rohr der Sammlung Forrer, das wir in Abb. 58i dargestellt sehen, ist der hintere Teil von der Bruchstelle aus auf eine Länge von 15 cm mit Blei ausgegossen. In das so entstandene kürzere Feuerrohr wurde dann ein neues Zündloch gebohrt und die Waffe auf diese Weise weiter verwendbar gemacht.

Einen Übergang zwischen Feldschlange und Handfeuerwaffe sehen wir in dem reich verzierten Rohr l unserer Abb. 58, das gleichfalls der Sammlung Forrer angehört. Es ist in kunstvoller Schmiedearbeit wohl von einem italienischen Meister hergestellt. Die Formen unseres heutigen Gewehres sind deutlich in einer Waffe zu erkennen, die in unserer Abb. 58k nach einem Flugblatt vom Jahre 1501 wiedergegeben ist. Dieses Flugblatt befindet sich im Germanischen Museum in Nürnberg, zeigt neben dem Wappen der Stadt Köln am Rhein eine Armbrust und diese Handfeuerwaffe, und ladet namens des Rats und der Schießgesellen zur Teilnahme an einem dort zu veranstaltenden Preisschießen mit anschließender Verlosung aufs Jahr 1501 ein. Wir sehen an der Waffe deutlich den Hahn des Luntenschlosses.

Gleich den Geschützen wurden die ersten Handfeuerwaffen, wie schon gesagt, vom Schützen mit der brennenden Lunte am Zündloch zum Abschießen gebracht. Es war nicht leicht, auf diese Weise einen Treffer zu erzielen, und man mag darum früh daran gedacht haben, die Lunte durch einen besonderen Schloßmechanismus an die Pulverpfanne heranzubringen. Da bei den Stangenbüchsen das Zündloch ziemlich weit vom Schützen entfernt lag, so mußte man den ersten Luntenschlössern einen sehr langen, unter dem Schaft herführenden Abzugshebel geben. Ein solch langer Abzug war natürlich äußerst unpraktisch, und deshalb ging man von der Form der Stangenbüchse ab und verkürzte den Holzschaft so weit, daß man mit der Hand bequem an den Luntenhahn heranreichen konnte. Der Luntenhahn wurde durch eine Feder in die Höhe gehalten, so daß die im Hahn eingeklemmte brennende Lunte nicht an die Zündpfanne kam. Erst durch Druck auf den Abzugshebel gab die Feder nach, und Hahn samt Lunte senkten sich in die Zündpfanne hinab, so daß der Schuß losging[12]).

Mit der Erfindung der Feuersteinschlösser verlor das Luntenschloß seine Bedeutung. Man führt die Erfindung der Feuersteinschlösser meist auf einen Nürnberger Erfinder ins Jahr 1517 zurück, doch hat sich diese Annahme als unrichtig erwiesen[13]). Vermutlich

entstand jene Annahme daraus, daß in dem 1517 zu Nürnberg erschienenen „Tewrdanckh“ gesagt wird: „Die schädlich Feuerschloss noch nit waren, Wie jetzt gemein in selben Jahren.“ Zuerst

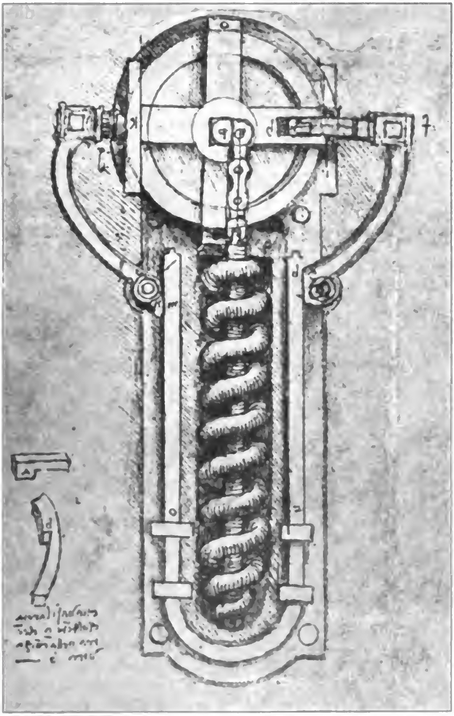


Abb. 60. Handzeichnung von Leonardo da Vinci, ein Radschloß darstellend.

berichtet uns von den Feuersteinschlössern kein geringerer als Leonardo da Vinci. In seinen Manuskripten finden wir vier deutliche Darstellungen von Feuerschlössern und außerdem mehrere Einzel-

skizzen dazu. Von großer künstlerischer Wirkung ist eine dieser Zeichnungen (Abb. 60), die jede Einzelheit erkennen läßt. Wir erkennen oben das Rad aus Stahl, auf dem sich der links durch einen besonderen Hebel dagegen gepreßte Feuerstein reibt. Das Rad wird mit einem Schlüssel aufgezogen, so daß sich die in der Mitte der Zeichnung sichtbare große Spiralfeder zusammendrückt. Wird dann der rechts in das Rad eingreifende Sperrhebel — der in der von Leonardo stets geschriebenen Spiegelschrift mit einem f bezeichnet ist — durch den Abzug des Gewehrs niedergedrückt, so wird das Rad freigegeben und durch die Kraft der gespannten Spiralfeder herumgedreht. Infolgedessen reibt sich der links dagegengepreßte Feuerstein an dem Stahl und gibt Funken, die das in der Pfanne k befindliche Pulver und von dort die Gewehrladung entzünden. Sowohl der linke Hebel mit dem Feuerstein, als der rechte Sperrhebel werden durch eine große U-förmige Feder — die mit b m bezeichnet ist — in Spannung gehalten. Auf einem anderen Blatt seiner Manuskripte sieht man drei weitere Skizzen von Feuerschlössern. An allen dreien ist rechts eine nach unten führende Kurbel zu sehen, mit deren Hilfe die Schloßfeder gespannt werden kann. In zwei der Skizzen sieht man die Gehäuse der Schloßfedern geöffnet. Von diesen Federhäusern aus werden die oben sichtbaren Stahlräder des Schlosses durch Zahnschienen oder Ketten in Bewegung gesetzt. Auf Abb. 62 und 63 erkennt man die Hebel, die die Feuersteine gegen das Rad pressen; auf der letzteren Abbildung sieht man außerdem auch den Sperrhebel für das Rad. Nun lassen sich zwar die Skizzen des atlasförmigen

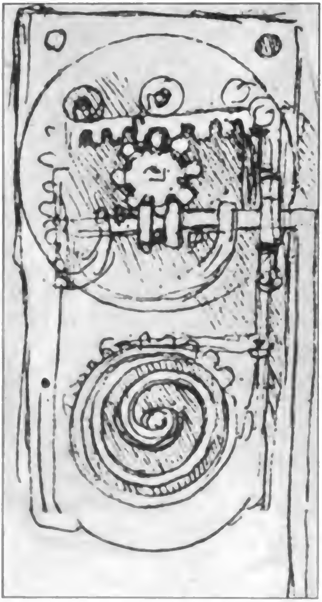


Abb. 61. Radschloß-Skizze von Leonardo da Vinci.

Manuskriptes von Leonardo nicht genau datieren, denn sie wurden erst später in der jetzigen Reihenfolge gebunden. Da der Meister, der im Jahre 1519, 67 Jahre alt, in Frankreich starb, in den letzten Jahren seines Lebens nicht mehr besonders regsam war, können wir aber die hier in Abb. 60—63 wiedergegebenen Skizzen mit größter Gewißheit weit vor das Jahr 1517 — das angebliche Jahr für Erfindung der Feuerschlösser in Nürnberg — zurückdatieren. Da Leonardo in das atlasförmige Manuskript seit dem Jahre 1482 Eintragungen machte, so ist es sogar nicht ausgeschlossen, daß sämt-

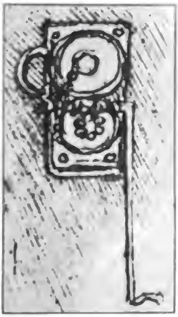


Abb. 62.



Abb. 63.

Radschloß-Skizzen von Leonardo da Vinci.

liche Skizzen seiner Feuersteinschlösser noch im 15. Jahrhundert entstanden sind.

Doch auch ohne Rücksicht auf die zeitliche Stellung der Steinschloß-Skizzen von Leonardo da Vinci müssen wir die Erfindung der Feuersteinschlösser vom angeblichen Erfindungsjahre 1517 aus um mindestens elf Jahre zurücksetzen, denn die Schießhütte zu Geislingen verbietet schon im Jahre 1506 das Radschloß in ihren Statuten[14]). Die Umwälzung, die das Radschloß in der Kriegstechnik herbeiführte, ist auf den ersten Blick heute nicht mehr zu erkennen, und doch war sie von größter Bedeutung, konnte doch jetzt erst die Feuerwaffe sowohl dem Fußvolk als auch der Reiterei als Hauptwaffe mitgegeben werden.

Wertvoll mußte es nun erscheinen, die Feuerwaffen mit anderen Waffen zu vereinigen; man findet sie deshalb in Streitäxten, Degen und Säbeln[15]). Vereinzelt sieht man solche Versuche schon in der Zeit der Luntenschlösser; doch erst die allgemeinere Verwendung des Feuersteins gab den Büchsenmeistern Gelegenheit, ihren Witz an versteckten Schießrohren zu versuchen; denn die rauchende Lunte eignete sich nicht dazu, unsichtbar angebracht zu werden. Degen und Säbel mit versteckten Schießvorrichtungen sind wohl kaum je im Kampfe, sondern mehr bei Festlichkeiten verwendet worden, wo sie zur Hervorbringung eines Knalleffektes dienen konnten. Eher war es möglich, auf der Jagd von einer vereinigten Schuß- und Stichwaffe einen Vorteil zu erlangen. Am geeignetsten erwies sich ein verborgenes Feuerrohr in den Streitäxten, und solche Stücke sind auch vielfach auf uns gekommen. So besitzt z. B. die an Schätzen reiche Gewehrgalerie des Historischen Museums zu Dresden sowohl ganz gewöhnliche Streitäxte mit Luntenschnappschlössern, als auch eine prächtig gearbeitete Streitaxt mit Radschloß, über die es im alten Inventar der Rüstkammer vom Jahre 1606 heißt: „Eine Barten mit einem verborgenen Rohr vnd allen Zugehörungen von gantzen eisen, mit Silber vnd golt geetzt, welches von einem Schotten den 16. July Ao. 91 erkaufft worden." Näheres weiß man nicht über den Ursprung, doch scheint sie nach der ganzen Arbeit deutsches Fabrikat zu sein. Man wird versteckte Schießwaffen an der Mündung des Feuerrohrs und an der Abzugsvorrichtung stets erkennen können, wenn sich die Meister auch noch so sehr bemühten, beides möglichst unauffällig anzubringen. Waren versteckte Feuerrohre für die erste Zeit der Feuerwaffen auch von geringer Bedeutung und verschwanden später ganz, so sind sie für den Sammler heute doch von nicht geringem Interesse, zumal man bei ihnen meistens, wie das schon der enge Bau der Waffe erforderte, eine besonders kunstreiche Anordnung und präzise Ausarbeitung des Mechanismus finden wird.

Gegen Ende des 15. Jahrhunderts führte Kaiser Maximilian I., zugleich der letzte Ritter und der erste große Organisator des Geschützwesens, bei den Handfeuerwaffen eine Klassifikation durch. Daraus ergaben sich äußerst interessante Sonderkonstruktionen, von denen wir hier zunächst die Jagdbüchsen näher betrachten wollen. In einem von dem Harnischmeister Khleberger in den Jahren 1497 und 1500 bis 1508 aufgestellten Inventar der kaiserlichen Harnischkammer finden wir zum erstenmal ein Jagdgewehr verzeichnet[16]). Im allgemeinen waren damals Bogen, Armbrust und Spieß die beliebtesten Jagdwaffen, hinter die ein Feuergewehr wegen der damaligen geringen Treffsicherheit, der kurzen Schußweite und der großen Ladezeit zurücktreten mußte. Die in dem genannten Inventar verzeichnete Jagdbüchse stellt sich als eine „zwiefache Pürschbüchsen" dar, d. h. sie hatte Doppelläufe. Zwei- und mehrläufige Feuerwaffen waren, wie wir gleich noch hören werden, gleichfalls bei

Kaiser Maximilian sehr beliebt. Im „Weisskunig“ erzählt Maximilian auch einmal vom Verhältnis der Leistungsfähigkeit von Armbrust und Jagdgewehr. Es heißt dort: „Nun was ein Gemspockh, in ain gar hoche Stainwanndt eingestannden, die kain Gembsenjeger, wol mit dem schafft mocht aufwerffen, unndt also gejaidt ain Enndt hat, was derselb Gembspockh in der hohen Stainwanndt gesehen. Der kunig hat bey Ime gar einen guten puxenschutzen mit namen Jorg Purgkhardt, der kundt mit der handtbuxen insonderhait wol schiessen. Also hiess der kunig denselben, Er solle mit seiner buchen denselben Gembspockh schiessen, darauf gab Er



Abb. 64. Die Verwendung der Handfeuerwaffe auf der Jagd. Kupferstich von A. Hirschvogel, 1545.

dem kunig Antwurt, der gembspockh stundt zu hoch und moecht den mit der buxen nit erreichen. Da nam der kunig seinen Stachlinpogen in sein handt und sprach: seckt auf Ich wil den Gembspockh mit meinem Stachlinpogen schiessen und er schoss also denselben Gembspockh, in dem Ersten schuss, darob sie, so darbey waren gross wunder namen, dann derselb Gembspockh auf hundert klaffter hoch stundt.“ Die älteste bildliche Darstellung der Anwendung der Handfeuerwaffen zu Jagdzwecken ist wohl der in Abb. 64 wiedergegebene Kupferstich von A. Hirschvogel aus dem Jahre 1545, der sich im Besitz des Münchener Kupferstichkabinetts befindet. Der Jäger legt sein Luntenschloßgewehr an der linken Wange an und schießt damit nach Enten.

Ähnlich der besprochenen doppelläufigen Jagdbüchse finden wir in dem Inventar von Kaiser Maximilian auch zu Kriegszwecken die

Vereinigung von zwei bis sechs Rohren auf einem gemeinsamen Schaft[17]). Die Verminderung des Gewichtes der Handrohre ließ eben damals eine Vereinigung mehrerer Rohre zu einer Waffe zu, und Maximilian war der erste, der die große Bedeutung einer mehrläufigen und deshalb länger schußbereiten Handfeuerwaffe erkannte. Die einzelnen Rohre der mehrläufigen Waffen lagen entweder nebeneinander auf einem brettförmigen Holzschaft, oder sie waren zu drei bis vier Rohren zu einem runden Bündel vereinigt, an das hinten ein besonderer Schaft angesetzt war. Originale solcher mehrläufigen Handfeuerwaffen besitzen das Nationalmuseum in München und das Germanische Museum in Nürnberg.

Für die Reiterei schuf Kaiser Maximilian „einfache oder zwifache Faustpüchsen". Also eine Art von Pistolen. Maßgebend für die Größe und das Gewicht dieser Feuerwaffen war die Kraft der Hand, der Faust. Infolgedessen nannte man die kleinen Büchsen zum Unterschiede von den Handbüchsen „Feusterlinge" oder „Faustbüchsen". Solch kurze Feuerrohre mit einem einzelnen Lauf finden sich schon ums Jahr 1465 in einer in München aufbewahrten Bilderhandschrift deutlich abgebildet. Das Rohr hat dabei die Länge von etwa nur dem Zehnfachen des Kalibers. Ein einfaches Luntenschloß bewirkt die Zündung der Waffe. Im Jahre 1544 führten die Deutschen im Kriege gegen Franz I. eine besondere Truppe von Pistolenreitern ein[18]), und seitdem hat sich diese Waffe besonders für die Reiterei erhalten. Zuerst fanden Radschloßpistolen im Schmalkaldischen Krieg (1546/47) ausgedehnte Verwendung bei der Reiterei. In unsern Waffensammlungen sind Pistolen jener Zeit heute nicht einmal besonders selten. Zwei hervorragend schöne, doppelläufige, mit zwei Radschlössern versehene Reiterpistolen aus der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts besitzt das Berliner Zeughaus. Seit Beginn des Dreißigjährigen Krieges war die Radschloßpistole überhaupt die einzige Kavallerie-Feuerwaffe, denn sie hatte durch ihre Handlichkeit den Karabiner vollständig verdrängt. Im Zeughaus-Inventar von Stockholm werden 1613 nur noch vier Karabiner aufgeführt, während gleichzeitig bei einem Vorrat von 3513 Musketen 297 Pistolen vorhanden waren[19]).

Aus der Pistole mit mehreren Läufen entwickelte sich der Revolver. Wir haben bei der Besprechung der Geschütze ja schon gehört, daß man bereits seit 1380 eine Anzahl von Läufen um eine drehbare Walze herum anordnete, so daß ein Lauf nach dem anderen abgefeuert werden konnte. Kyeser von Eichstädt bildete sogar 1405 für diese Waffe schon das Wort Revolver[20]). Im Jahre 1584 versuchte Niklas Zurkinden in Bern ein Gewehr, das mit einer Revolvervorrichtung versehen war[21]). Da die Drehwalze nicht richtig auf die Läufe paßte, klemmte sich ein Schuß ein und zersprengte die Waffe; infolgedessen wurden mehrere Menschen erheblich verwundet. Das Germanische Museum in Nürnberg bewahrt noch heute eine Handfeuerwaffe mit Revolvervorrichtung auf, die in der Zeit zwischen

1620 und 1680 entstanden ist[22]). Vielleicht ist sie von Abraham Hill angefertigt, der sich um jene Zeit mit der Verbesserung des Revolvers beschäftigte. Zu Anfang des 18. Jahrhunderts finden wir James Puckle, und etwa hundert Jahre später James Thomson und E. H. Collier an der gleichen Arbeit; doch erst dem Belgier Mariette gelang es 1833, eine Drehpistole einzuführen, die als wirklich brauchbare Schnellfeuer-Handwaffe bezeichnet werden kann und sich damals deshalb auch großer Beliebtheit erfreute. Zwei Jahre später nahm der Amerikaner Samuel Colt in Patterson die Herstellung eines ähnlichen Revolvers fabrikmäßig auf und konnte schon im folgenden Jahre 1000 Revolver an die amerikanische Armee abliefern. Die Coltschen Patente bezogen sich keineswegs auf eine Revolverwaffe im allgemeinen, sondern nur auf die Anordnung des Schloß- und Rotationsmechanismus. Es ist demnach gänzlich ungerechtfertigt, Colt als den Erfinder des Revolvers zu bezeichnen. Lediglich der Einführung des Coltschen Revolvers .in die Armee



Abb. 65. Revolver von Mariette, 1833.

der Vereinigten Staaten verdankt dieses System seine Berühmtheit; denn infolge der großen Armeelieferungen war Colt imstande, im Jahre 1850 zu Hartford in Connecticut eine großartige Revolverfabrik anzulegen, die bald nach allen Weltteilen exportierte.

Unsere billigen Revolver werden noch heute nach einem System gefertigt, das man nach dem Franzosen Lefaucheux benennt[23]). Doch dieser Lefaucheux ist keineswegs der Erfinder des nach ihm benannten Revolvers, sondern er fertigte für den Revolver des Belgiers Mariette im Jahre 1850 eine Patrone, die durch einen seitlich herausragenden Stift gezündet wurde. Also nur die Munition trägt mit Recht den Namen Lefaucheux, nicht die Waffe. Neuerdings sind die Lefaucheux-Patronen durch die Zentralfeuer-Patronen verdrängt worden, die Wesson im Jahre 1870 erfand.

Nach dieser Abschweifung auf die kleinen Handfeuerwaffen wollen wir wieder die Entwicklung der Handfeuerwaffen im allgemeinen seit der Zeit Kaiser Maximilians verfolgen. Die bedeutsamste Erfindung, die uns da zunächst begegnet, ist der Drall, d. h. der im Innern der Rohrwandung angebrachte, spiralförmig eingeschnittene Zug, in den sich das Geschoß hineinpressen muß,

so daß es bei seinem Fluge andauernd um seine eigene Längsachse rotiert. Man liest über die Erfindung des Dralls häufig, daß sich die gedrehten Züge aus geraden Zügen entwickelt hätten. Die geraden Züge sollen um 1480 von einem Büchsenmacher Namens Zöllner in Wien erfunden worden sein, ohne daß jedoch bisher jemand über diesen Zöllner Bestimmtes habe ermitteln können, noch imstande gewesen wäre, sich den Zweck solch gerader Züge zu erklären. Ebenso unerwiesen ist die Behauptung, daß die gezogenen Handfeuerwaffen im Jahre 1498 auf einem Leipziger Scheibenschießen eingeführt worden seien. Die wahrscheinlichste Erklärung, nämlich, daß die Drehung der Büchsengeschosse deshalb eingeführt wurde, weil man die Armbrustbolzen schon seit langem sich gleichfalls im Fluge drehen ließ, wurde bisher nicht genügend betont. Man kann an Pfeilen aus jener Zeit beobachten, daß die Flugfedern ein wenig schraubenförmig in das Holz eingekittet sind. Der Pfeil schnitt sich also infolgedessen mit den spiralförmig angeordneten Flugfedern so in die Luft ein, daß er sich ständig um sich selbst drehte ohne sich zu überschlagen. In dem Gedenkbüchlein Kaiser Maximilians, das sich heute in der Hofbibliothek in Wien befindet[24]), und dessen Aufzeichnungen aus den Jahren 1502 bis 1508 stammen, heißt es: „Der Kunig sol nymermer schiessen mit keinem armbrost, ... wo der polcz nit im Dral geht." Es wäre nicht zu erklären, wie auf der Armbrust ein Drall angebracht gewesen sei, wenn nicht die Bolzen, wie beschrieben, sich infolge schräg stehender Federn im Drall bewegt hätten. Eine Verordnung des Berner Rats vom 10. März 1556 spricht zum erstenmal unverkennbar von den Zügen in Handfeuerwaffen. Es heißt dort: „Vor kurzen Jahren ist eine Kunst hervorgekommen, die Rohre der Zielbüchsen (Büchsen zum Scheibenschießen), von gewissen (sicheren) Schießens wegen, mit Schneggen oder sonst krummen Zügen inwendig zu kritzen und zu bereiten, als woher, wegen Ungleichheit, Span entstanden sei; daher die Abstellung solcher Züge bei gemeinen Schießen geboten wird." Die Berner verordnen also, daß gezogene Scheibengewehre nicht benutzt werden sollen, doch für „Reisbüchsen", d. h. Kriegsgewehre, blieben die „Schneggen" erlaubt. Diesem Zeitpunkt und dieser Würdigung des Wertes der Züge entspricht es durchaus, wenn der Dichter Fischard 1575 in seiner „Affentheuerlich Geschichtsklitterung" sagt:

„Wie kein kunst ist bei dem Wein gut leben, also ist kein kunst, mit gutem geschoss und geschraubten oder gezogenen Büchsen wol schiessen." Auch noch 1582 wurden bei dem Stahl- und Zielbüchsenschießen zu Frankfurt a. M. „geschraubte, gezogene und gerissene oder dergl. andere ungewöhnliche Rohr" als „gefährliche und ungebührliche Vorteile" verboten. Einige Jahre später äußert Pigafetta in einer italienischen Handschrift: „Wenn die Büchsen durch Gewindbohrer gereift werden, so schießen sie mit weniger Pulver viel sicherer." Es kann also nicht richtig sein, daß ein gewisser

August Kutter der Erfinder des Dralls ums Jahr 1620 war, wie man immer wieder liest. Der Nürnberger Historiker Doppelmayr nennt ihn zwar, doch ich wandte mich an die Stadtbibliothek und das Kreisarchiv in Nürnberg und erfuhr folgendes[25]: Der richtige Name des angeblichen Erfinders ist Koder, nicht Kutter. Koder wurde im Jahre 1606 gegen eine Abgabe von vier Gulden am 26. Juli Bürger zu Nürnberg. Der betreffende Eintrag in das Bürgerbuch nennt ihn „Augustin Kotter, Rorrüstmeister“ (Rohrrüstmeister). Sonst konnte über das Leben des Meisters nichts festgestellt werden. Er muß vor dem Jahre 1640 gestorben sein, denn am 14. März 1640 wird seine Witwe begraben. Der Eintrag lautet: „Vrssula Augustin Kotters Rohrreysser Seel. Wittib.“ Es steht jedenfalls fest, daß Koder nicht der ursprüngliche Erfinder des Dralls sein kann, wie man sonst liest. Ganz falsch ist es, diesen Koder „Kutter“ zu nennen und ihn ins Jahr 1560 zurückzuversetzen.

Es bleibt allerdings die Möglichkeit, daß Koder sich um die Einführung der gezogenen Handfeuerwaffen bemühte, denn zu seiner Zeit war man noch sehr eingenommen dagegen. Sagt doch der Hauptmann Hans Konrad Lavater, Bürger der Stadt Zürich, ums Jahr 1643 in seinem „Kriegsbüchlein“ sogar noch: „Alle die, so gezogene Rohre führen, haben das pardon verwürckt.“ Nur in wenigen Ländern entschloß man sich allmählich zur Einführung gezogener Handfeuerwaffen bei den bewaffneten Jägern, so z. B. 1631 in Hessen-Kassel, 1646 in Bayern, 1674 in Brandenburg. Gezogene Handfeuerwaffen jener Zeit sind außerordentlich selten. Zu den ältesten Stücken, die sich erhalten haben, zählt eine hervorragend schöne Jagdwaffe, die der Berliner Waffenschmied Jakob Zimmermann im Jahre 1646 für den Großen Kurfürsten anfertigte, und die heute eine Zierde des Berliner Zeughauses ist.

Im Jahre 1519 finden wir zum erstenmal Schützen erwähnt, die ihre Gewehre „an der Wang“ abschießen konnten. Es bedingte dies eine wesentliche Gewichtsverminderung und handliche Form der Feuerwaffen. Zwei Jahre später finden sich in der Armee Karls V. vor Parma Schützen, die ihre Gewehre im Felde auf leichte, oben gegabelte Stützen auflegten und infolgedessen sicherer zielen konnten. Ungefähr hundert Jahre später führte Gustav Adolf wesentliche Verbesserungen sowohl an den Waffen als auch an der Munition durch, um eine für damalige Verhältnisse möglichst große Feuerwirkung zu erzielen[13]. Sicherlich sind die Erfolge der anfangs sehr kleinen schwedischen Armee gegen die siegesgewohnten kaiserlichen und liguistischen Truppen im Dreißigjährigen Krieg zu einem nicht geringen Teil auf die von Gustav Adolf durchgeführte Vermehrung der Zahl der Musketen, die Anlage eigener Fabriken für Handfeuerwaffen und die konstruktive Umänderung der Musketen zur Erzielung größerer Feuergeschwindigkeit zurückzuführen. Zunächst rüstete Gustav Adolf zwei Drittel des Fußvolks mit Musketen aus, während früher nur die Hälfte Handfeuerwaffen trug

und die andere Hälfte mit Piken bewaffnet war. Dann schuf er eine ganze Reihe von Gewehrfabriken, und endlich, im Jahre 1624, verminderte er das Kaliber der Geschosse und mithin das Gewicht der Kugeln und der Musketen außerordentlich. Zwar führte schon Moritz von Oranien 1598 eine leichte Muskete von 8 kg Gewicht ein, doch diese mußte noch auf eine Gabel aufgelegt werden, um sie abschießen zu können. Gustav Adolfs Muskete wog hingegen nur noch 4,25 kg, so daß nicht nur die Gabelstütze entbehrlich wurde, sondern auch eine größere Menge der leichten Munition vom Schützen mitgeführt werden konnte. Merkwürdigerweise wurde die Gabel aber nicht sogleich aufgegeben, vielmehr erst nach dem Dreißigjährigen Krieg, wahrscheinlich im Jahre 1655, aus den Regimentern zurückgezogen. Als Zeughausbestände wurden noch bis zum Jahre 1667 Musketengabeln in Schweden angefertigt.

Zur Zeit des Dreißigjährigen Krieges kam ein gewisser Johann Balthasar Gerolt aus Gegenhofen zum erstenmal auf den Gedanken, ein Repetiergewehr, die anscheinend erst jüngst erfundene Waffe, zu konstruieren und es seinem Landesherrn zum Kauf anzubieten. Obwohl sich die Akten über diese merkwürdige Waffe im Landesarchiv zu Graz erhalten haben[26]), wissen wir doch nichts Bestimmtes, wie sie konstruiert war. Erst ums Jahr 1778 hören wir wieder von Bemühungen, Repetiergewehre zu bauen. Es wurden damals in Sevilla Gewehre angefertigt, bei denen nach jedem Schuß aus dem hohlen Kolben eine neue Ladung selbsttätig in den Lauf gelangte. Auch in Tirol beschäftigte sich damals ein hervorragend tüchtiger Mechaniker, namens G. C. Girardoni, mit dem gleichen Problem. Es zersprang dabei aber infolge einer Explosion sämtlicher Patronen das Magazin des Gewehrs und der Meister wurde schwer verletzt. Da sich Girardoni aber nun einmal die Erfindung eines Repetiergewehrs zum Ziel gesetzt hatte, fertigte er sich eine künstliche eiserne Hand und nahm die alten Versuche jedoch mit komprimierter Luft statt des Schießpulvers, wieder auf[27]).

Im Jahre 1780 führte die österreichische Armee unter der Bezeichnung „Repetier-Büchse M. 1780“ eine von Girardoni gebaute Windbüchse mit 13 mm Kaliber ein. Es konnte mit jeder Luftfüllung des hohlen Kolbens eine Serie von 40 Schuß abgegeben werden. Zunächst wurden von jeder Kompagnie vier Mann mit Repetierbüchsen ausgerüstet. Zehn Jahre später stellte Österreich ein Windbüchsenkorps von 1313 Mann auf, das durchschnittlich Schußweiten von 200 bis 400 Schritt erzielte. Nach Girardonis Tod war es nicht mehr möglich, die ziemlich komplizierte Repetierwaffe in Ordnung zu halten, und so mußte sie 1815 außer Dienst gesetzt werden. Nur während der Revolution im Jahre 1848 kamen die im Olmützer Zeughaus aufbewahrten Bestände von Windbüchsen vorübergehend wieder zur Verwendung. Auch die Tiroler unter Andreas Hofer waren im Jahre 1809 zum Teil mit Windbüchsen ausgerüstet, und die Franzosen wurden durch diese knollosen und an-

haltend schießenden Waffen so nervös gemacht, daß Napoleon I. ihre Verwendung als nicht kriegsgemäß erklärte. Jeder, der mit einer Windbüchse betroffen wurde, sollte zur Strafe dafür aufgeknüpft werden. Die Geschichte der Windbüchse geht bis ins Altertum zurück; denn schon Ktesobios baute, wie Philon aus Byzanz berichtet, eine Windbüchse, um Steine zu schleudern[28]). Daß ein gewisser Gester oder Guter in Nürnberg ums Jahr 1430 die Windbüchse wieder erfunden habe, ließ sich bis jetzt nicht nachweisen. Erst aus der Mitte des 16. Jahrhunderts haben wir eine sichere Nachricht über die Waffe aus Nürnberg. Damals überreichte ein Meister namens Hans Lobsinger dem Magistrat eine inzwischen verloren gegangene Handschrift mit allerhand merkwürdigen Erfindungen, unter denen sich auch der Entwurf einer Windbüchse befand. Wie wenig man aber in jenen Zeiten den Nutzen einer knallosen Waffe zu würdigen verstand, ersehen wir aus einem Bericht vom Jahre 1607. Damals hatte der Nürnberger Feuerschloßmacher Peter Dümbler eine Büchse entworfen, die „ohne Knall abgehe und damit man doch ein Brett daumendick durchschießen könne“. Der Rat von Nürnberg verbot ihm jedoch die Ausführung solcher Waffen, „weil solchs ein mörderisch waffen, dadurch man einen menschen hinrichten (umbringen) könne, vnuermerkt wo es herkumme“[29]).

Ehe wir nun die Entwicklung der Handfeuerwaffen im 19. Jahrhundert betrachten, müssen wir noch die ersten Anfänge der Hinterladegewehre aufsuchen. Soviel man bis jetzt weiß, ist ein gewisser Michael Gull im Jahre 1658 in Wien der erste, der sich mit der Ausführung eines Hinterladegewehres beschäftigte. Eine Waffe des Gullschen Systems hat sich in der Gewehrgalerie zu Dresden erhalten[30]). Es wird in der Weise geladen, daß man den Lauf durch eine kleine Drehung nach rechts vom Kolben abnimmt, dann die Ladung von hinten in den Lauf steckt und ihn wieder durch eine kleine Drehung nach links befestigt. Daß der große Leibniz um 1670 gleichfalls an Hinterladewaffen dachte, haben wir schon bei der Besprechung der Hinterladegeschütze gehört. Es scheint, daß ein Waffenhändler, namens Gistring, in Augsburg ihn dazu anregte; denn er berichtet, dieser Mann „soll mit Baiern in tractatu stehen einige sonderbare Gewehre zu liefern. Ich habe ein Rohr seiner Invention gesehen, so von hinten geladen wird mit sechs oder acht Kugeln zugleich, so in einer papiernenen Patrone übereinander. Mich dünkte aber, es könnte hinten Feuer spritzen, welches bei einem dergleichen Rohr, so ich zu Paris ehemalen gesehen, so auch von hinten geladen wurde, nicht zu besorgen.“ Es wäre dieses also sogar ein Hinterlader-Repetiergewehr gewesen[31]).

Nun zu den großen, umgestaltenden Erfindungen des 19. Jahrhunderts. An Stelle des zu Anfang des Jahrhunderts noch immer herrschenden Steinschloßgewehrs erfand Alexander John Forsyth zu Belhelvic im Jahre 1807 das Perkussionsgewehr, bei dem durch

den Stoß eines Stahlstiftes oder den Schlag eines Stechhahns auf ein leicht entzündliches Knallpräparat gezündet wurde. Gegenüber dem Steinschloß, das selbst bei trockener Witterung etwa 30 Prozent Versager ergab, war das Perkussionsschloß wesentlich zuverlässiger. Acht Jahre hernach erfand Joseph Egg in London die gebräuchlichen kupfernen Zündhütchen mit einem aus Jagdpulver und chlorsaurem Kali bestehenden Zündsatz, die sich schnell bei den Perkussionszündungen einführten.

Im Jahre 1836 löste der Fabrikant Nikolaus Dreyse, der wegen seiner Verdienste später in den Adelsstand erhoben wurde, das Problem der kriegsbrauchbaren Hinterladergewehre endgültig. Es wurde 1841 zuerst in die preußische Armee eingeführt, wobei aber zur Wahrung des Geheimnisses die Bezeichnung „leichtes Perkussionsgewehr“ für die Waffe gewählt worden war. Erst durch Kabinettsorder vom 22. März 1855 wurde befohlen, daß von nun an „Zündnadelgewehr“ zu sagen sei.

Energisch bemühte man sich damals in anderen Staaten, gezogene Vorderladergewehre einzuführen. Der französische Hauptmann Delvigne hatte 1826 in dieser Richtung einen nicht ungünstigen Versuch gemacht, indem er die Pulverkammer des Rohrs von geringerem Durchmesser bohren ließ, als das Kaliber. Man trieb bei dieser Büchse die bleierne Rundkugel oder das Spitzgeschoß mit dem Ladestock so fest auf den Rand der Pulverkammer auf, daß sich das Geschoß stauchen mußte. Infolgedessen vergrößerte es seinen Durchmesser und schnitt sich beim Schuß in die Züge ein, um Drall zu erhalten. Die Stauchung des Geschosses zum gleichen Zweck bewirkte der französische Artillerieoberst Thouvenin im Jahre 1844, indem er das bleierne Spitzgeschoß gegen einen in der Mitte des Bodens im Lauf befestigten Stahlstift trieb. Fünf Jahre danach brachte der französische Infanteriehauptmann Minié bei dem nach ihm benannten Vorderlader dadurch einen Anschluß des bleiernen Geschosses an die Züge zustande, daß er das hinten ausgehöhlte Geschoß durch den Druck der Pulvergase auftrieb und seinen Durchmesser also vergrößerte. Im Jahre 1858 lehnte sich der Arbeiter Chassepot im Pariser Artillerie-Depot mit dem nach ihm benannten Gewehr an das Dreysesche Zündnadelgewehr eng an. Als Armeemodell 1866 stand es im Deutsch-Französischen Krieg gegen uns im Felde. Erst 1874 wurde es durch das Grasgewehr ersetzt.

Die wesentlichste Verbesserung des Zündnadelgewehrs brachten die Brüder Paul und Wilhelm Mauser im Jahre 1863 zustande. Ihre Konstruktion wurde als Infanteriegewehr M/71 in das deutsche Heer eingeführt.

Heutzutage ist die allgemeine Einführung der sich selbsttätig ladenden Handfeuerwaffen sowohl als Kriegs-, Jagd-, wie auch als Taschenwaffe nur noch eine Frage der Zeit. Der Anfang mit dieser Konstruktion wurde im Jahre 1854 von dem berühmten englischen

Ingenieur Henry Bessemer gemacht, doch erst fast dreißig Jahre später griff der als Waffenkonstrukteur und Flugtechniker vielgenannte Amerikaner Hiram Stevens Maxim die Idee von Bessemer wieder auf. Er verwendete bei seinem Gewehr die Rückstoßkraft des Schusses zum selbsttätigen Wiederladen, sowie zum selbsttätigen Wiederabfeuern. Eine Selbstladepistole wurde 1896 zuerst von Paul Mauser erdacht. In ihrer sechs Jahre später durchgeführten Verbesserung nimmt sie gleichzeitig zehn Patronen auf. Nach dem Abdrücken des ersten Schusses geschieht alles weitere automatisch, und zwar so schnell, daß man trotz dem sechsmaligen Füllen des Magazins sechs Pakete zu je zehn Patronen in einer halben Minute verfeuern kann. Seit 1900 ist die Mausersche Selbstladepistole stark durch das System Browning verdrängt worden.

Handgranaten[1].

Im letzten Russisch-Japanischen Krieg ist eine alte Waffe wieder zu Ehren gekommen, die Handgranate. Da auch in der Kriegsluftschiffahrt die Versuche mit Wurfgranaten begonnen haben, steht eine weitere Entwicklung dieser Geschoßart zu erwarten.

Schon im 15. Jahrhundert waren, wie eine in der Sammlung des Allerhöchsten Kaiserhauses in Wien befindliche Handschrift von etwa 1435 berichtet, Handgranaten bekannt. Sie bestanden aus zwei hölzernen Halbkugeln, die mit Pulver und „schifferstein" angefüllt waren. Wie man sie entzündete, wird nicht gesagt. Irdene Handgranaten beschreibt 1559 Reinhard von Solms in seinem großen Kriegswerk[2]), und zwei Jahre hernach gibt Frantz Joachim Brechtel die in Abb. 66 wiedergegebene Darstellung eines Granatenwerfers[3]). Daß die Sprödigkeit der Granathüllen für die Wirkung der Handgeschosse von besonderem Wert sei, berichtet zuerst José Boillot im Jahre 1598[4]). Er weiß allerdings kein anderes Material zu empfehlen als sprödes Glockenmetall. Kaspar Voigtmann empfiehlt 1680 in seinem handschriftlichen „Artolleriebuch" zuerst das Abschießen der Handgranaten aus besonderen Geschützläufen, weil das Werfen mit der Hand so sehr gefährlich sei[5]).

Graf Johann von Nassau gibt in seinem 1610 handschriftlich verfaßten Werk[6]) zum erstenmal eine ganz genaue Darstellung der Handgranaten. Er kennt verschiedene Arten dieses Geschosses. Die erste Art hat die Größe eines Granatapfels, von dem sie auch ihren Namen bekommen hat. Das Innere wird mit Pulver gefüllt und mit einer hölzernen Brandröhre verschlossen. Das Gewicht schwankte zwischen $1\frac{1}{2}$ bis 3 Pfund, als Material kam Eisen, Bronze oder auch Glas zur Verwendung. Vor dem Wurf wurde die Brandröhre entzündet und krepierte, wenn der Zündsatz verbrannt war.

„Ein cranat oder sprengkugell so sich im fahll selbst anzündett", ist die zweite Art, die Graf Johann beschreibt. Sie sei „sehr gutt under die Sturmendenn auss der hand zu werffen". Ihr Durchmesser soll $4\frac{1}{2}$ Zoll, die Wandung $\frac{1}{4}$ Zoll betragen. An zwei gegenüberliegenden Stellen muß sie Löcher haben, je $\frac{1}{4}$ Zoll weit und an der Seite noch ein solches zum Einbringen der Pulverfüllung, $\frac{1}{2}$ Zoll weit und durch eine Schraube verschlossen.

Durch die beiden einander gegenüberliegenden Löcher geht eine Blechröhre, die auf der einen Seite eine kleine, runde Platte trägt, auf der andern Seite einen Busch von Laub oder langen, dünnen Spänen aufnimmt. Wird diese Granate geworfen, so wird der Busch dafür sorgen, daß sie mit der kleinen runden Platte zuerst auf die Erde auftrifft. Dadurch dringt die Röhre in das Innere ein, reibt sich an einem Feuerstein, so daß ein Funke entsteht, und bringt die Pulverladung zur Explosion. Eine derartige Handgranate mit Fallzünder war sicherlich recht brauchbar, doch stand der erzielte Nutzen in keinem Verhältnis zu der auf die Herstellung verwandten Arbeit. Casimir Simienowicz beschreibt in seinem 1650 zu Amsterdam erschienenen Werk wiederum diese Art Granaten, doch kannte er ihre Anwendung so wenig, daß einer seiner Nachfolger von dieser Beschreibung sagen konnte: „Wer ein wenig Vernunfft hat und nicht gar tumm ist, wird klar sehen, daß diese Invention einen sehr bald in die andere Welt schicken kan [7].“ Bei derartigen Fallgranaten, die keine besondere Sicherung hatten, war die Gefahr natürlich sehr groß, daß sie vorzeitig krepierten. Jener Nachfolger, der so abfällig von den Handgranaten sprach, war Michael Mieth, der Verfasser des Werkes „Neuere Geschützbeschreibung“, das 1683 erschien [8]).



Abb. 66. Handgranatenwerfer, nach F. J. Brechtel, 1561.

In folgendem gibt er eine interessante Beschreibung, wie man damals Granaten warf: „In Attaquen sind die Handgranaten das notwendigste Feuerwerk, mit dem man nah und fern agieren kann. Die Granatierer treiben ein gefährliches Handwerk; die mutigsten Musketiere, meist Freiwillige, werden mit einem Tornister voll 10 Handgranaten, einer Lunte und einem Pistol ausgerüstet, und es erscheint sachgemäss, sie durch Blendungen etwas zu decken. Damit nicht indes der Aktion innegehalten werden muß, ist für regelmäßigen Nachschub von Handgranaten zu sorgen. Oft werden die Granatierer von ihren eigenen Granaten gesprengt, und an diesem gemeinen Unheil und miserablen Stümmelung der Menschen sind teils die Feuerwerker, so die Granaten verfertigen, teils die Zeugwart, so sie in Festungen aufhalten, teils die Granatierer, so sie werfen, schuld.“ Mieth empfiehlt darum wieder, die Granaten aus

kleinen Handmörsern („Hacken-Mörser") zu schießen. 1650 empfahl Simienowicz schon, eine kleine hölzerne Schleuder für Handgranaten zu verwenden.

Übrigens können wir in der Geschichte der Handgranaten bis auf die Brandgeschosse der Griechen und Römer zurückgehen, wenngleich deren Geschoß, Falarica genannt, nur dazu bestimmt sein konnte, zu verbrennen, nicht zu explodieren.

Max Jähns, ein gründlicher Kenner der Kriegswissenschaften, sagt über die Verwendung der Handgranaten folgendes[9]): Es gab zwei verschiedene Arten, die Handgranaten zu werfen; von vorn, den linken Fuß vorgesetzt in drei Tempi, oder aber, mit dem Rücken gegen den Feind gekehrt, rückwärts über den Kopf, wobei Zünden und Werfen in einem Tempo geschahen. Im Festungskriege waren die Handgranaten im 16. Jahrhundert bereits allgemein gebräuchlich, niemals aber standen sie, zumal beim Kampf um den gedeckten Weg, in größerer Beliebtheit als gegen Ende des 17. Jahrhunderts. Vor Mastricht 1678 wurden 12000, vor Namur im Jahre 1692 gar 20773 Granaten zu diesem Zweck verwendet. Für den Feldkrieg betraute man anfangs Freiwillige mit dem nicht ungefährlichen Geschäfte des Granatenwerfens; 1667 gab Louis XIV. jeder Kompagnie vier „Grenadiere" bei, eine Maßregel, welche Österreich anfangs der achtziger Jahre nachahmte. Schon 1670 aber hatte man in Frankreich die Grenadiere aller Regimenter zusammengezogen und zu einer Grenadierkompagnie formiert. Zwei Jahre darauf erhielten 30 Regimenter je eine Grenadierkompagnie, in der Folge jedes Bataillon eine. Die anderen Mächte folgten diesem Beispiel und errichteten zum Teil sogar Grenadierbataillone. Die Reglements lehrten, die Ecken der Karrees mit Grenadieren zu besetzen, welche durch ihre Granaten die angreifende Kavallerie zurückscheuchen sollten. Die Leistungen waren aber gering; der Gebrauch der Handgranaten hörte daher bald wieder auf, und die Grenadiere blieben nur noch im Sinne von Elitekompagnien bestehen.

Montecuccoli hatte um 1670 vorgeschlagen[10]), die Granaten statt aus freier Hand, mit der Schleuder zu werfen. Ich weiß nicht, ob das schon damals zur Anwendung gekommen ist. Üblicher war jedenfalls, namentlich im Festungskriege, für diesen Zweck der Gebrauch von Handmörsern, kurzen Gewehren, an deren Lauf ein wenig über 10 cm langer, der Granate entsprechender Kessel angesetzt war, aus dem eine schwache Pulverladung das Geschoß forttrieb. Eine besondere Vorrichtung für diesen Zweck zeigte der Dresdener Mechaniker Andreas Gärtner am 22. Oktober 1711 dem Zaren Peter dem Großen auf seiner Durchreise nach Karlsbad. Über die Einrichtung dieser Granatenwurfmaschine wissen wir nichts Bestimmtes. Eine Aktennotiz im Hauptstaatsarchiv zu Dresden (Nr. 9772) bezeichnet sie nur als: „Die Maschine, aus welcher ein Musketier die Handgranaten 1300 Schritt weit werfen kann, welche so leicht

als eine Flinte und auf der Schulter getragen werden kann[11]).“ Besonders berühmt wurden jedoch die Coehoornschen Mörser. Es scheint, daß diese Handmörser bei der durch Chamiltys kühnen Widerstand bekannten Belagerung von Grave Verwendung fanden; denn es heißt in einer alten Chronik: „Die Feinde kamen auf den Einfall, uns Granaten aus Handmörsern zuzuwerfen. Nichts war uns ungelegener als dies, zumal bei Tage, weil man da die Zünder nicht sehen konnte. Die Soldaten wurden außerordentlich davon beunruhigt; keiner mochte sich zur Ruhe legen, weil er doch alle Augenblicke aufspringen mußte, um den Granaten auszuweichen. Die Holländer bedienten sich hierzu ganz kleiner Mörser, die nicht mehr knallten als eine Muskete. Sie warfen von fast 500 Schritt her. Ein einziger Mann kann einen solchen Mortier bequem fortbringen und bedienen, seinen Standort, so oft als rätlich scheint, verändern, und somit sind diese Mörser überall verwendbar.“ Auch aus gewöhnlichen Musketen schoß man Granaten, die an einem Stabe befestigt waren, den man in den Gewehrlauf schob.

Es ist ein weit verbreiteter Irrtum, die Handgranaten seien schon sehr lange bei den europäischen Heeren außer Verwendung. Tatsächlich wurden in Preußen die letzten erst im Jahre 1885 ausgeschieden, denn die Kriegserfahrungen der Jahre 1864, 66 und 70 hatten sich für die weittragenden Feuerwaffen entschieden. Andere Staaten hielten jedoch bedeutend länger und bis in die neueste Zeit an der Handgranate fest. Kürzlich berichtete das deutsche Offizierblatt, daß die Engländer bei ihren Kämpfen im Sudan Mitte der achtziger Jahre noch mit Erfolg Handgranaten benutzten, die auch, mit Magnesiumsternen versehen, als Leuchtgranaten dienten. Das französische Reglement für die Belagerungs- und Festungsartillerie von 1891 beschäftigt sich noch mit dem Werfen von Handgranaten als einem besonderen Ausbildungszweig[12]).

Die moderne französische Handgranate wird als gußeiserne Hohlkugel von 8 cm Durchmesser, 18 mm Wandstärke und etwa 1 kg Gewicht geschildert, mit 110 g Pulver als Sprengladung. Ihre Wirkungsweise geht aus folgender Gebrauchsvorschrift deutlich hervor: „Zum Werfen der Handgranate legt man um das Handgelenk ein ledernes Armband, an dem eine an ihrem freien Ende einen Haken tragende Abzugsschnur befestigt ist; man reißt die den Zünder deckende Beplattung ab, hebt den Reiber aus der Einkerbung, in der er liegt, heraus und bringt ihn, ohne an ihm zu ziehen, in die Richtung der Achse des Zünders. Man hakt den Haken der Abzugsschnur in die Öse des Reibers ein und nimmt die Handgranate in die rechte Hand, Zünder nach hinten. Dann wirft man die Granate mit der vollen Wucht des ganzen Armes, so daß der Reiber durch die Abzugsschnur aus dem Zünder herausgerissen wird.“ Mit der Hand wird nach diesem Reglement eine Wurfweite von 20 m erreicht, mit der Schleuder von 50 m. Beim Werfen mit der Schleuder wird die Abzugsschnur an der Schleuder befestigt.

Diese französischen Vorschriften sind noch nicht außer Kraft gesetzt, also besteht die Handgranate dort heute noch. Ebenso ist es in Rußland. Ein 1897 in Moskau erschienenes „Handbuch für Offiziere und Mannschaften" beschreibt eine Handgranate, die der französischen ähnlich ist. Auch sie besitzt eine Einrichtung, durch die der Zünder beim Werfen der Granate in Tätigkeit tritt. Es ist also interessant, zu sehen, daß die Russen, die die Handgranate noch in ihren Beständen hatten (wahrscheinlich aber nicht in Port Arthur), erst von den Japanern wieder an diese vernichtende Waffe des Nahkampfes erinnert worden sind, und daß andererseits die Japaner, die als erste zur Handgranate griffen, diese noch nicht besaßen, sondern in der Not des Kampfes improvisierten. Wie sie dazu kamen, darüber schreibt Nörregaard in der Beschreibung des Sturmes auf die Panlungforts, bei dem die Japaner bis an die verlassenen Schützengräben am Fuße des Glacis des Ostforts gekommen waren und nun nicht mehr zurück konnten: „Die Pioniere hatten mehrere Ladungen Dynamit bei sich, in gewöhnlichen Blechdosen verpackt; aus solchen Anfängen entwickelte sich die später bei der Belagerung viel benutzte Handgranate."

Kürzlich wurde in der Fabrik der „Cotton Powder-Company" in London den Vertretern der Armee und Marine einer Reihe von Staaten eine neue Handgranate vorgeführt. Die Granate ist mit ca. 170 g des in seiner Sprengkraft dem Dynamit ähnlichen Sicherheitssprengstoffes „Tonite" geladen und wird beim Aufschlag in 24 Sprengstücke von je etwa 10 g Gewicht zerlegt. Um die Sicherheit des Explosivstoffes beim Transport und die Ungefährlichkeit für den Fall, daß eine derartige Granate im Gefecht durch ein Gewehrgeschoß getroffen wird, zu zeigen, wurde auf eine an einem Faden aufgehängte Handgranate mit einem Militärgewehr geschossen. Die Geschossse durchschlugen die Granate zwar, brachten den Sprengstoff aber nicht zur Explosion.

In neuerer Zeit, seit die Luftkreuzer so große Erfolge erzielten, wendet man der Wurfgranate wieder erneute Beachtung zu. Besonders im Krieg einer Luftflotte gegen Kriegsschiffe auf dem Wasser, wird die Wurfgranate große Bedeutung erlangen. In einer Höhe von 1500 m ist ein Lufschiff gegen jedes Geschoß von unten in Sicherheit. Eine von dieser Höhe herabgeworfene Wurfgranate würde aber eine große Verheerung anrichten können. Hauptmann Neumann vom Luftschiffer-Bataillon schreibt über die Verwendung des Motorluftschiffes als Waffe gegen Kriegsschiffe[13]: Wenn auch für die Marine die Verwendung der Luftschiffe bei der Aufklärung und Beobachtung in nächster Zeit im Vordergrund stehen wird, so könnten sich doch immerhin einem Marine-Motorluftschiff gelegentlich auch Aussicht bieten für Zerstörung von Schiffen, Marineanlagen, Docks, auch vielleicht einzelner nicht bombensicherer Küstenbefestigungen u. a. m. Nicht übersehen werden darf dabei auch die moralische Einwirkung, welche die Anwesenheit von Lufschiffen, die

als Waffe wirken könnten, in der Nähe eines feindlichen Blockadegeschwaders, eines im Hafen liegenden Geschwaders oder der Küstenwerke ausüben wird. Die von Luftschiffen mitführbare Munition wird zurzeit nur eine geringe sein können, falls es sich nicht für seine eigentliche Aufgabe, die Erkundung, zu sehr schwächen will; außerdem ist die Treffsicherheit beim Fahren in großer Höhe nur gering. Abgesehen davon; wird indessen die Verwendung eines — oder besser mehrerer — Luftschiffe als Waffe z. B. gegen ein Blockadegeschwader keine besonderen Schwierigkeiten bieten, da hier Füllung und Abfahrt aus vorbereiteter Ballonhalle an der Küste erfolgen kann und die nur kurze Fahrtlänge und Fahrtdauer vermehrte Mitnahme von Sprengkörpern und Ballast gestattet. Letzterer ist hier in erhöhtem Maße erforderlich infolge des starken Steigens des Luftschiffes nach wiederholtem Abwerfen von Sprengmunition, da die künstliche Verhinderung des zu starken Steigens durch Beschwerung des Luftschiffs mittels der in das Ballonet gepumpten Luft eine schnelle Grenze insofern findet, als die Ballonet-Überdruckventile nur einen begrenzten Überdruck gestatten und auch nur gestatten dürfen, um die Ballonhülle nicht zu stark anzustrengen durch noch mehr erhöhten inneren Überdruck. Dagegen werden einem nicht beabsichtigten zu schnellen Steigen nach erfolgtem Abwerfen der Munition die entsprechend eingestellten Höhensteuer und die große Flächenwirkung eines Luftschiffes entgegenwirken. Mit der Tiefe der Fahrzone wächst die Treffsicherheit beim Abwerfen von Geschossen. Da ein Tieffahren über einem feindlichen Geschwader gerade in der Nacht am ehesten ausführbar ist, so sind in dieser Beziehung die Aussichten des Treffens günstiger, auch wäre dann die moralische Wirkung eine noch größere.

Höllenmaschinen.

In einer Zeit, die uns leider nur allzuoft Nachrichten über Attentate mit Höllenmaschinen bringt, interessiert auch den friedliebenden Menschen die Frage, wer derartig unheimlich Werkzeug erdacht hat.

Es ist einmal wieder jener vielseitige fränkische Ingenieur Konrad Kyeser von Eichstädt, bei dem wir im Überblick über die Geschichte Halt machen müssen, wenn wir die ersten Anfänge einer Höllenmaschine auffinden wollen. Unter allerlei geheimnisvollen Anweisungen für seine Berufsgenossen beschreibt Kyeser 1405 in elf Versen eine zwar primitive, aber doch recht sinnreiche Höllenmaschine. Man soll hohle Knochen zum Teil mit Schießpulver laden und im andern Teil der Höhlung eine genau für gewisse Stunden berechnete brennende Zündschnur unterbringen. Würde man diese Knochen in einem Speiseraum der Türken auf den Boden legen, so sähen sie unverdächtig aus, würden aber nach bestimmter Zeit unfehlbar explodieren. Aus den Schilderungen der großen Gelage jener Zeit wissen wir ja, daß fortgeworfene Knochen unvermeidliche Zierden eines jeden Speiseraumes waren. Man hätte diese Höllenmaschinen also auch andern Leuten als den Türken, den gefährlichsten Feinden des Landes, in den Speiseraum legen können. Doch Kyeser sagt ausdrücklich, man solle sich hüten, den Christen durch solche Sprengwerkzeuge zu schaden [1]).

Mit Hilfe einer brennenden Zündschnur konnte man jedoch nur innerhalb einer sehr begrenzten Zeitspanne ein Sprengwerk entzünden. Leonardo da Vinci dachte deshalb im Jahre 1510 daran, „ein Zeitwerk beim Gebrauche von Schießpulver“ zu konstruieren, „das du am Ende eines Jahres Feuer geben kannst, das durch einen Stoß entsteht, und zwar ohne irgendein Geräusch bis zu dem Zeitpunkte der Entstehung des Feuers“. Leonardo erreicht diese äußerst langsame Zündung dadurch, daß er Quecksilber durch Haarröhrchen emporsteigen läßt. Er benutzt also hier das von ihm anscheinend zuerst erkannte Ansteigen der Flüssigkeiten in engen Röhren, die sogenannte Kapillarität. Durch ein Haarröhrchen soll allmählich soviel Quecksilber aus einem Gefäß in ein anderes emporsteigen, daß letzteres erst nach vielen Monaten das Übergewicht bekäme, infolge-

dessen umkippe und ein Feuersteinschloß in Tätigkeit setze. Der Funke des Feuersteins soll die Sprengladung der Höllenmaschine entzünden [2]).

Der erste, der den furchtbaren Gedanken der Höllenmaschine mit aller Durchtriebenheit ausdachte, war der Österreicher Veit Wulff von Senfftenberg [3]). In seiner jetzt in Dessau aufbewahrten Handschrift vom Jahre 1568 beschreibt er verschiedene sehr gefährliche Formen von Höllenmaschinen. Wolle man ein Schloß, ein Kaufhaus oder ein Rathaus zerstören, so soll man einen großen Ballen herrichten, in dem die Höllenmaschine verborgen sei. Gleichzeitig soll man einen Brief mitschicken, damit es das Aussehen habe, als ob der Ballen von einem guten Freund in Verwahrung geschickt würde. Man soll darin schreiben, man müsse wegen des Kriegslaufes fliehen und bitte deshalb den Freund, den Ballen, darin das Beste verwahrt sei, bis zur Friedenszeit aufzuheben. Jener würde den Ballen in einem Gewölbe oder einer Kammer unterbringen, „da es dann auf die bestümpte Stunde viel mehr Schaden tun würde, in einem solchen engen gemach, denn an der weiten". Man könne, berichtet Senfftenberg weiter, auch die Form eines Tuchballens, eines Wein- oder Salzfasses wählen und ein solches Stück in eine Stadt schicken. Sie würden dann an vielen Orten der Stadt ausgeteilt und untergebracht werden und bei ihrer Explosion „in die Kauffheuser, wachtheuser, Weinstädel unnd saltzstädel" großen Schaden anrichten. Recht merkwürdig berührt eine von Senfftenberg eingeflochtene Bemerkung, wie er sich solche Höllenmaschinen als Friedensstifter denkt. Er meint nämlich, mit solchen Rüstungen könnte ein Fürst, der gerechte Ansprüche gegen eine Stadt hätte, diese so sehr plagen und ermüden, daß die Städter schließlich froh sein würden, sich mit ihm zu vertragen.

Eine Höllenmaschine, deren Entzündung auf einen beliebigen Tag verschoben werden kann, hatte sich Senfftenberg gleichfalls ausgedacht. Man sollte eine eiserne Truhe mit einem gefälschten Brief demjenigen, den man später umbringen wolle, in Verwahrung schicken. Sie würde also, ohne irgendwelchen Schaden anzurichten, von jenem aufbewahrt werden. Erst wenn man den Zeitpunkt für den Tod des andern als gekommen erachte, soll man jenem die Schlüssel zu der Truhe mit der Bitte senden, einige Wertgegenstände daraus zu entnehmen. Beim Herumdrehen des Schlosses oder beim Herausheben des inneren Einsatzes der Truhe würde sich die Ladung der Höllenmaschine durch ein Feuersteinschloß entzünden.

Wolle man die feindliche Artillerie beschädigen, so soll man nach dem Rat von Senfftenberg Pulverfässer und Kugeln auf einen Wagen laden. In einem der Pulverfässer müßte ein Feuersteinschloß verborgen sein, das sich dadurch auslöste, daß man das Faß von seinem Platz wegzunehmen versuchte. Den Feind aber würde man durch einen geheimen Boten vorher von dem Transport dieser Munitionsladung in Kenntnis setzen. Würde der Feind dann die

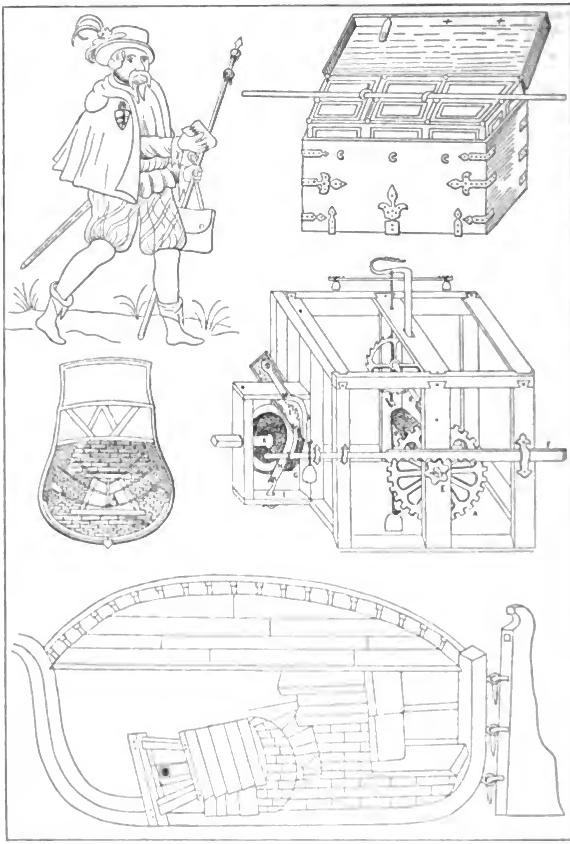


Abb. 67. Oben links: Bote mit Sprengbrief, nach Senfftenberg (Dresdener Handschrift). Oben rechts: Hollenmaschine, nach Senfftenberg 1568 (Dessauer Handschrift). Mitte links: Das Antwerpener Sprengschiff „Fortune" im Schnitt, 1585. Mitte rechts: Zünduhr des Sprengschiffs „Hope", 1585. Unten: Schnitt durch das Antwerpener Sprengschiff „Hope", 1585.

Munitionswagen wegnehmen, in sein Lager führen und dort bei seinen Geschützen abladen, „was würde da für ein mordtlicher schade in der Arckolei geschehen“. Wie fein, ruft Senfftenberg aus, hätte ein Fürst den großen Tyrannen Tamberlang, der so viel Schrecken verbreitet habe, durch eine solche Kiste aus der Welt schaffen können, denn ohne Zweifel würde Tamberlang bei der Eröffnung einer in seine Hände gefallenen Truhe selbst zugegen gewesen sein, und so wäre ihm sein verdienter Lohn geworden. Senfftenberg rät, daß alle Kriegsherren solche Kisten vorrätig haben sollen.

Auch könne sich ein Fürst an einem Tyrannen dadurch rächen, daß er ihm eine Person zuschicke, die sich stelle, als wolle sie Holz, Fisch oder Korn einkaufen oder ihm gegen geringen Zins Geld leihen. Hätten sie sich dann geeinigt, so würde die Person sagen, sie habe das Bargeld nicht bei sich, wolle es ihm aber in drei oder vier Tagen zuschicken. Nach einigen Tagen käme dann auch ein wohlversiegeltes Kistlein an, dessen Schlüssel in einem besonderen Brief mitgeschickt würde. Senfftenberg meint, es wären immer die Ersten dabei, wenn es gelte, Geld in Empfang zu nehmen; man würde also ohne Zweifel die richtigen aus dem Wege räumen. Wie gut hätte man eine solche Höllenmaschine — meint Senfftenberg — vor einigen Jahren gegen Hans Thomas von Absberg verwenden können, als er die Städte des schwäbischen Bundes bedrängte.

Der nächste, der uns von Höllenmaschinen berichtet, ist Samuel Zimmermann in seinem 1573 verfaßten Gespräch zwischen einem Büchsenmeister mit einem Feuerwerker[4]). Er zündet gleichfalls durch eine geheime Auslösevorrichtung mittels Stahl und Stein. Es gebe, sagt er, so vielerlei Arten von solch geheimen Sprengwerken, daß es ihm nicht möglich wäre, von allen zu erzählen. Die Auslösevorrichtungen könne man durch Gehen, Stehen, Treten, Sitzen, Fallen, Stoßen, Schlagen, Drücken, Angreifen oder Ziehen in Bewegung setzen. In ihrer äußeren Form könne man die Höllenmaschinen als Schatztruhen, „darinnen der Herr Todt verborgen bliebe,“ als Trinkgeschirre oder Speisegeschirre, darinnen man einem Tyrannen ein Schauessen auftragen soll, als eine Apothekerbüchse, als Stuhl oder als Sack voll Geld herrichten. Besonders beachtenswert ist es, daß Zimmermann uns zum ersten Male die Uhrzündung einer Höllenmaschine beschreibt: „Es wirdt auch wohl ein verborgen Fewrwerck gemacht werden, welches durch kein andere Bewegung, denn allein durch Gewicht auff eine gewisse Stunde und Zeit möchte angezündet werden, zu gleicher Weise, wie dich ein Weckuhr durch die glocken auffwecket.“

Die erste Höllenmaschine, von der wir wissen, daß sie angewandt wurde, ließ König Stephan Báthory von Polen durch den Büchsenmeister Johann Ostromecki im Jahre 1581 anfertigen und auf hinterlistige Art an den Verteidiger von Pleskau, Iwan Petrowitsch Schujski, schicken. König Stephan belagerte damals mit polnischen, deutschen, ungarischen und schottischen Truppen die Feste Pleskau, die von

Schujski für Rußland verteidigt wurde. Schujski selbst war bei der Eröffnung der geheimnisvollen Kiste nicht zugegen, und infolgedessen kam nicht er um, sondern einige seiner Genossen wurden durch die Explosion der Höllenmaschine getötet[5]).

Die zweite Nachricht von der Anwendung einer Höllenmaschine hat uns Max Maria von Weber, der Sohn des Freischütz-Komponisten, kurz aufgezeichnet. Er gibt allerdings nicht die Quelle an, woher er den nachstehenden Bericht hat; Nachforschungen im Archiv der Stadt Wismar ergeben jedoch die Richtigkeit der von v. Weber mitgeteilten Nachrichten[6]).

„Die Schweden hielten 1645 Wismar besetzt, das ihnen, kraft des Westfälischen Friedensschlusses, drei Jahre später von den Dänen abgetreten werden mußte. Ihre Flotte lag wohluntergebracht im trefflichen Hafen, und die beiden Admirale derselben, Wrangel und Blume, von der dänisch gesinnten Bevölkerung bitter gehaßte Persönlichkeiten, bereiteten sich zur Rückkehr nach Stockholm vor. Die Schiffe, die sie dahin bringen sollten, „Lejon" (Löwe) und „Drake" (Drache) hatten die Anker gelichtet und Ruderboote ausgesetzt, um sich aus dem Hafen bugsieren zu lassen. Die Admirale wollten den Schiffen in ihren Staatsbarken folgen und sie erst beim Auslaufen in die offene See besteigen. Da nahte auf einer schnellen Jolle ein Mann von vertrauenerweckendem Aussehen zunächst dem Admiralschiffe Wrangels, bat, dasselbe besteigen zu dürfen und händigte dem Steward des Admirals eine Kiste, wie er sagte, sehr kostbaren Inhalts, im Auftrage des Seehelden ein, mit der Bestimmung, daß sie in dessen eigener Kajüte, ja in seiner unmittelbaren Nähe, sorgsam untergebracht werde.

Anscheinend dann eilig nach der Stadt zurückkehrend, wiederholte er dasselbe Manöver auch an Bord des „Drake", hier wie dort Wohlaufnahme und den Befehlen der Admirale Gehorsam findend.

Wrangels guter Stern aber wollte, daß sein Steward ein neugieriger Herr war, der mit Ohr und Nase die wohlempfohlene Kiste untersuchte, um eine Idee von dem kostbaren Inhalte, den sein hoher Herr in seiner unmittelbaren Nähe haben wollte, zu bekommen.

Da hörte er denn ganz deutlich eine große Uhr ticken.

Kaum war der Held an Bord, so fragte ihn der Diener, wohin er die Kiste mit der großen Uhr gestellt zu sehen wünsche.

Wrangel, überrascht von dem Vorhandensein einer Uhr, von der er nichts wußte, und vielleicht ein Geschenk von hoher Hand erwartend, ließ die Kiste öffnen. Da fand sich denn, daß sie in ihrer Mitte ein Uhrwerk enthielt, so konstruiert, daß es nach gerechneter Zeit ein Flintenschloß der damals üblichen Form, bei der ein rasch umgeschnelltes Stahlrad, sich an einem Feuersteine reibend, zahlreiche Funken sprühen machte, umgeben von einer Pulvermenge, groß genug, das Schiff zu sprengen oder zu entzünden, zur Entladung bringen mußte. — Das Attentat war offenbar. — Die Fahrt des

Schiffes wurde eingestellt, die Admirale konferierten; an Bord des „Lejon“ fand sich derselbe Apparat, und die Admiralsschiffe kehrten zu strenger Untersuchung der Untat, beziehentlich Züchtigung Wismars, dahin zurück.

Schneller als man hoffen konnte, wurde durch einen Zufall der Täter in der Person eines gewissen Hans Krevet aus Barth bei Stralsund ermittelt, der zwar zunächst angab, von drei hochgestellten, aber ihm unbekannten Bürgern Lübecks mit Überbringung der Geschenke an die Admirale beauftragt worden zu sein, endlich aber gestand, auf Antrieb dänischer Agenten in Lübeck das Attentat versucht zu haben.

Er wurde am 5. Juli 1645 enthauptet.“

Akten über diese Höllenmaschine befinden sich noch gegenwärtig, allerdings noch unveröffentlicht, in Stockholm. Die Urteilsbücher der Stadt Wismar, aus denen gewiß das meiste zu ersehen wäre, fehlen gerade vom Jahre 1645 ab. In der Geschichte der Stadt Wismar wird das Attentat ebenfalls geschildert und eingehend erzählt, wie der Attentäter am 23. Mai den Folterknechten übergeben, gefoltert und schließlich durch Schmauchen, das heißt durch langsames Abbrennen der Glieder bei lebendigem Leibe, grausam hingerichtet, zum Schluß auf besondere Fürbitte schnell erwürgt worden sein soll. Wer der Verfertiger der Höllenmaschine war und von wem das Attentat ursprünglich ausging, hat Krevet nicht verraten.

Der Name „Höllenmaschine“ wurde zuerst dem Sprengschiff gegeben, das Meester im Jahre 1693 gegen Saint Malo treiben ließ [7]). Diese „Infernal machine“ war den großen Sprengschiffen nachgebildet worden, die die Antwerpener im Jahre 1585 gegen die Werke des Alexander von Parma treiben ließ [8]). Schiller hat uns in seinem „Abfall der Vereinigten Niederlande“ den Angriff dieser Sprengschiffe mit großer Klarheit geschildert, doch standen ihm nur ungenaue Quellen über die Sprengschiffe selbst zur Verfügung.

Der Erbauer dieser schwimmenden Höllenmaschinen war der italienische Ingenieur Federigo Gianibelli. Die erste Anregung dazu hat ein Antwerpener Bürger gegeben. Zunächst wurden zwei solcher Sprengschiffe der Strömung des Flusses anvertraut, um die vom Belagerer erbaute Scheldebrücke zu sprengen. Doch die Fahrzeuge kamen am Ufer anstatt an der Brücke an. Es wurden deshalb sechs neue Sprengfahrzeuge hergerichtet, die in ihrem Innern je ein Faß Schießpulver und im übrigen eine große Ladung von Steinen enthielten. Zu den Pulverladungen führten Lunten, die in Blechröhren gebettet waren. Ursprünglich hatte man den Plan, diese Sprengschiffe durch Mannschaften bis nahe an die feindliche Brücke bringen zu lassen, doch es fanden sich keine Leute, die dies Wagnis übernehmen wollten. Man überließ sie deshalb der Strömung allein, doch erreichte keines von ihnen die Brücke.

Nach weiteren Versuchen schritt Gianibelli zur Erbauung zweier großer Sprengschiffe, der „Fortune“ und der „Hope“. „Fortune“

war von dem Antwerpener Ingenieur Peter Timmermans als Sprengschiff ohne Uhrwerkszündung angegeben worden. Achtzehntausend Pfund Schießpulver lagen in diesem Schiff in einem langen, unten breiten, oben schmalen Holzkasten, der ringsherum stark ummauert war (vgl. A der dritten Figur in Abb. 67). Außen war das Sprengschiff mit etwa 40 langen Spieren versehen, damit es nicht auf seichten Grund auffahren könne. Um es gegen direkte Angreifer zu schützen, war es ringsherum mit zahlreichen brennenden Feuertöpfen besetzt. Eigenartig war ein großes, unterhalb der Wasseroberfläche angebrachtes Segel, das die Schiffe mit großer Kraft stromabwärts führte.

Das Schwesterschiff „Hope“ war mit einem genau gehenden Uhrwerk ausgerüstet, von dem sich die Zeichnung im Staatsarchiv zu Wiesbaden erhalten hat (Abb. 67). In der Nacht vom 4. zum 5. April 1585 ließ man die „Hope“ ohne Besatzung stromabwärts treiben, während die „Fortune“ von kühnen Männern bis zum Bereich der spanischen Geschütze gesteuert wurde. Dort entzündeten die Mannschaften die Lunten und ruderten wieder stromaufwärts. Das Sprengschiff trieb nun schnell gegen eine vom Feind zum Schutze der Brücke errichtete Balkensperre, und dort blieb der Brander einige Minuten hängen. Schiller berichtet uns darüber:

„Der Strom warf ihn an das schwimmende Werk auf der flandrischen Seite, wo er hängen blieb; und hätte er in diesem Augenblick sich entzündet, so war der beste Teil seiner Wirkung verloren. Von den Flammen getäuscht, welche diese Maschine, gleich den übrigen Fahrzeugen, von sich warf, hielt man sie bloß für einen gewöhnlichen Brander, der die Schiffbrücke anzuzünden bestimmt sei. Und wie man nun gar eins der Feuerschiffe nach dem andern ohne alle weitere Wirkung erlöschen sah, so verlor sich endlich die Furcht, und man fing an, über die Anstalten des Feindes zu spotten, die sich so prahlerisch angekündigt hatten und nun ein so lächerliches Ende nahmen. Einige der Verwegensten warfen sich sogar in den Strom, um den Brander in der Nähe zu besehen und ihn auszulöschen, als derselbe vermittels seiner Schwere sich durchriß, das schwimmende Werk, das ihn aufgehalten, zersprengte und mit einer Gewalt, welche alles fürchten ließ, auf die Schiffbrücke losdrang. Auf einmal kommt alles in Bewegung, und der Herzog ruft den Matrosen zu, die Maschine mit Stangen aufzuhalten und die Flammen zu löschen, ehe sie das Gebälk ergriffen.

Der Herzog befand sich mit seinem großen Stab am äußersten Ende des Befestigungswerkes. Da nahte sich ihm ein spanischer Fähnrich und beschwor ihn, dem gefährlichen Schiff aus dem Wege zu gehen. Kaum hatte er Zeit gehabt, das Fort St. Maria am äußersten Ende der Brücke zu erreichen, so geschah hinter ihm ein Knall, nicht anders, als berste die Erde und als stürze das Gewölbe des Himmels ein. Wie tot fiel der Herzog nieder, die ganze Armee mit ihm, und es dauerte mehrere Minuten, bis man wieder zur Besin-

nung erwachte. Aber welch ein Anblick, als man jetzt wieder zu sich selber kam! Von dem Schlage des entzündeten Vulkans war die Schelde bis an ihre untersten Tiefen gespalten und mit mauerhoher Flut über den Damm, der sie umgab, hinausgetrieben worden, so daß alle Festungswerke am Ufer mehrere Schuh hoch im Wasser standen. Drei Meilen im Umkreis schütterte die Erde. Beinahe das ganze linke Gerüste, an welchem das Brandschiff sich angehängt hatte, war nebst einem Teil der Schiffbrücke auseinandergesprengt, zerschmettert und mit allem, was sich darauf befand, mit allen Mastbäumen, Kanonen und Menschen in die Luft geführt worden." Sechs Schiffe gingen in Brand, mehrere andere wurden zersprengt. Über 500 Menschen wurden getötet, viele hundert verstümmelt. Der Herzog von Parma selbst war dem Tode nie so nahe gewesen, als in diesem Augenblick, denn nur der Unterschied einer halben Minute entschied über sein Leben. „Eine Zeitlang glaubte man ihn auch wirklich tot, weil sich viele erinnerten, ihn wenige Minuten vor dem tödlichen Schlage noch auf der Brücke gesehen zu haben. Endlich fand man ihn, die Hand an dem Degen, zwischen seinen Begleitern Cajetan und Guasto sich aufrichtend." „Zerrissen war die Brücke, auf der seine ganze Hoffnung beruhte, aufgerieben ein großer Teil seines Heeres, ein anderer verstümmelt und für viele Tage unbrauchbar gemacht, mehrere seiner besten Offiziere getötet; und als ob es an diesem öffentlichen Unglück noch nicht genug wäre, so mußte er noch die schmerzliche Nachricht hören, daß der Markgraf von Rysburg, den er unter allen seinen Offizieren vorzüglich wert hielt, nirgends aufzufinden sei. Und doch stand das Allerschlimmste noch bevor, denn jeden Augenblick mußte man von Antwerpen und Lille aus die feindlichen Flotten erwarten, welche bei dieser schrecklichen Verfassung des Heeres durchaus keinen Widerstand würden gefunden haben. Die Brücke war auseinandergesprengt, und nichts hinderte die seeländischen Schiffe, mit vollen Segeln hindurchzuziehen; dabei war die Verwirrung der Truppen in diesen ersten Augenblicken so groß und allgemein, daß es unmöglich gewesen wäre, Befehle auszuteilen und zu befolgen, da viele Korps ihre Befehlshaber, viele Befehlshaber ihre Korps vermißten, und selbst der Posten, wo man gestanden, in dem allgemeinen Ruin kaum mehr zu erkennen war. Dazu kam, daß alle Schanzen am Ufer im Wasser standen, daß mehrere Kanonen versenkt, daß die Lunten feucht, daß die Pulvervorräte vom Wasser zugrunde gerichtet waren. Welch ein Moment für die Feinde, wenn sie es verstanden hätten, ihn zu benutzen!"

Die Antwerpener schickten zwar sogleich Kundschafter aus, doch aus Furcht vor dem Feinde kamen diese mit der unwahren Nachricht zurück, es sei gar nichts zerstört worden. So versäumten die Niederländer wieder einmal einen günstigen Augenblick, wie so oft in jener schweren Zeit. Der Herzog von Parma aber besserte die Brücke schleunigst aus, und mit Anbruch des Tages waren von der Verwüstung der Nacht nur noch wenige Spuren zu sehen.

Die „Hope" war durch ihr Uhrwerk zwar zur rechten Zeit zur Explosion gekommen, doch nicht an die Brücke gelangt, sondern von der Strömung schon vorher auf den Strand geraten. Das Uhrwerk dieses Sprengschiffes, das in Abb. 67 dargestellt ist, wirkte durch Gewichtszug. Als Hemmung diente die damals gebräuchliche, oben auf dem Uhrwerk sichtbare Waghemmung. Je mehr das Uhrwerk ablief, um so mehr rückte seine mit F bezeichnete Hauptwelle die Zahnstange F nach der rechten Seite hin. Die Verlängerung der Zahnstange hielt sich in einer Öse der Feder H fest. In dem Augenblick, wo das Uhrwerk die Zahnstange aus dieser Öse herauszog, ließ die Feder H ein ringsum rauhes stählernes Rad treiben. Dieses Rad war bis dahin durch eine besondere Spiralfeder gespannt gehalten. Es gab jetzt der Zugkraft der Spiralfeder nach und drehte sich schnell herum, so daß sich die darauf ruhenden Feuersteine heftig rieben und eine Anzahl von Funken abgeben mußten, durch die die Pulverladung entzündet werden mußte.

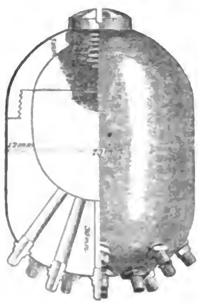


Abb. 68. Orsini-Bombe. 1858.

Betrachten wir zum Schluß noch die Einrichtung einiger der berühmtesten verbrecherischen Höllenmaschinen. Nachdem am 24. Dezember 1800 gegen den Konsul Napoleon Bonaparte und am 28. Juli 1835 gegen König Louis Philipp Höllenmaschinen gerichtet worden waren, ersann der Baron Egassi de Torekfalfa die erste Höllenmaschine, die mit dem gefährlichen Knallquecksilber geladen war. Sie wurde in zehn Exemplaren angefertigt und unter dem Namen Orsinibombe in der Geschichte bekannt[9]).

Als Napoleon III. mit seiner Gemahlin am 14. Januar 1858 zur Großen Oper in Paris fuhr, warf der italienische Anarchist Orsini drei Bomben, die als die ersten modernen Höllenmaschinen angesehen werden müssen. Mit großer Überlegung war er zu Werke gegangen. Durch Vermittlung eines englischen Freundes hatte er die Bomben zu Birmingham anfertigen lassen. Drei von ihnen gingen bei der Explosion in tausend Trümmer. Eine wurde auf der Straße aufgelesen und die letzte bei einem Mitverschworenen gefunden. Die beiden erhaltenen Orsinibomben, nach denen unsere Abbildung gefertigt ist, befinden sich heute im Artilleriemuseum zu Paris. Aus der Zeichnung sieht man, daß der Bodenteil der Bomben am schwersten gegossen ist. Deshalb mußten die Bomben beim Wurf mit diesem Teile auf die Erde aufschlagen. Der Boden war mit 25 Zündwarzen besetzt, auf deren jeder ein Zündhütchen steckte. Orsini konnte also mit Sicherheit darauf rechnen, daß sich beim Aufschlagen einige Zündhütchen gleichzeitig entzünden würden. Durch Zünd-

kanäle schlug die Flamme des Zündhütchens in das Innere der Bombe und brachte hier die gewaltige Menge von 125 g Knallquecksilber zur Explosion. Die Wirkungen der drei Höllenmaschinen waren furchtbare. Der Kaiser und seine Gemahlin blieben zwar unverletzt, hingegen blieben aus dem Publikum acht Personen auf der Stelle tot, und 148 Personen erlitten zum Teil sehr schwere Verletzungen. Auch Orsini selbst wurde verletzt und fiel noch in der gleichen Nacht der Polizei in die Hände. Er wollte durch sein Verbrechen eine allgemeine Revolution in Frankreich hervorrufen und diesen Aufstand benutzen, um Italien von der Fremdherrschaft zu befreien. Mit einem Genossen büßte er die Tat am 13. März 1858 auf dem Schafott.

Als man am 11. Dezember 1875 zu Bremerhafen in aller Eile eine größere, hochversicherte Sendung von Fässern auf ein Schiff verladen wollte und ein Faß beim Abladen vom Wagen etwas heftig auf den Boden aufstieß, erfolgte unerwartet eine furchtbare Explosion, die eine große Verwüstung anrichtete und viele Menschen tötete. Die eingehende Untersuchung dieser rätselhaften Explosion ergab, daß ein Mann, der sich Thomas nannte, jene Sendung aufgegeben hatte. Es wurde weiter festgestellt, daß einer der tüchtigsten damals lebenden Mechaniker, I. I. Fuchs in Bernburg in Anhalt, von diesem Thomas den Auftrag auf ein eigentümliches Uhrwerk erhalten hatte. Thomas hatte angegeben, das Uhrwerk müsse in allen Stellungen genau und gleichmäßig weitergehen. Es solle dazu dienen, nach gewissen Zeiträumen eine Textilmaschine selbsttätig abzustellen. Fuchs hatte sich seines Auftrages auf das beste entledigt. Da sein Auftraggeber aber nicht verlangt hatte, daß das Uhrwerk auch Stöße aushalten müsse, so war die Auslösevorrichtung in dieser Hinsicht nicht sicher genug konstruiert. In der Tat hatte Thomas das Uhrwerk für eine Höllenmaschine vorgesehen, und als das Faß, in dem die Höllenmaschine untergebracht war, etwas heftig auf den Boden aufgestoßen wurde, löste sich das Gesperre, und die Ladung wurde vorzeitig entzündet. Die Höllenmaschine sollte Thomas zu einem Vermögen verhelfen. Er hatte das Urwerk so eingestellt, daß es auf hoher See die Sprengladung hätte entzünden müssen. Das Schiff wäre also rettungslos untergegangen und Thomas wäre in den Besitz der hohen Versicherungssumme für seine Ladung gelangt. In Wirklichkeit enthielt die ganze Sendung gar keinen Wert, sondern Steine. Die Explosion war eine besonders furchtbare, weil die Ladung aus Dynamit bestand. Es war dies die erste Anwendung des Dynamits zu einer Höllenmaschine. Thomas, der in Wirklichkeit Alexander Keith hieß, starb bald nachher im Gefängnis [10]).

Maschinenbetrieb durch tierische Kräfte.

Als der ehemalige Zimmergeselle Johann Friedrich August Borsig sich bei seiner Tätigkeit in der Neuen Berliner Eisengießerei so viel erspart hatte, daß er im Jahre 1836 als „Eigentümer und Fabrikunternehmer“ auftreten konnte, langte ihm das leidige Geld noch nicht zur Anschaffung einer Betriebsmaschine. Zu den Bretterbuden, die seine Werkstätten bargen, trotteten alltäglich einige Soldaten aus der benachbarten Kaserne des zweiten Garderegiments zu Fuß. Wenn aber der Hornist das erste Signal des Zapfenstreichs blies, dann stürmten diese königlich preußischen Betriebsmaschinen eiligst davon; mochten Meister und Gesellen sehen, wie sie ihre Blasbälge selber traten, damit der noch nicht beendete Guß nicht im Ofen erkaltete. In einer andern Bretterbude der Borsigschen „Fabrik“ ging ein Gaul am „Roßwerk“ im Kreise herum. Diese lebendige Betriebsmaschine wurde nach zwei Stunden vom zweiten Gaul der später so berühmten Maschinenfabrik abgelöst[1]). Zeiten, die den Dampf, die Elektrizität, die Preßluft, vielleicht sogar nicht einmal Wasser und Wind für die Kraftausnutzung kannten, haben sich der Hilfsmaschinen, um menschliche oder tierische Kräfte zu verwerten, sicherlich in weit reicherem Maße bedient, als wir heute wissen. Die Literatur, die in der vorchristlichen Zeit ja äußerst arm an Nachrichten über den alltäglichen Stand der Technik ist, gibt uns nur einzelne, spärliche Daten über die Verwendung solcher Maschinen. Der Mechaniker Philon aus Byzanz, der ums Jahr 230 vor Christi schrieb, erwähnt zuerst das Tretrad[2]). Der römische Ingenieur Vitruv[3]) beschreibt uns eingehend zwei Arten von Treträdern. Bei der einen, die zum Heben schwerer Lasten dient, gehen Männer im Innern des etwa vier Meter im Durchmesser messenden Rades. Bei der andern, mit deren Hilfe Wasser in die Höhe gefördert wird, läuft ein Mann ziemlich oben auf dem äußeren Umfange des Rades. In späteren Zeiten begegnet uns das Tretrad meist in Abbildungen, und zwar in Verbindung mit einem Bauaufzug. Besonders in den künstlerischen Darstellungen von Kirchenbauten findet man häufig Baukranen mit riesenhaften Treträdern. Nach zwei Malereien — die eine in der Weltchronik des Rudolph von Ems (1383)[4]), die andere in dem berühmten Breviarium des Kardinals Grimani (1500)[5]) — zu urteilen, baute man im Mittelalter die Baukranen oft mit Treträdern von riesenhaften Dimensionen.

Gelegentlich hören wir auch von der ersatzweisen Anwendung der Treträder, wenn in einem dürren Sommer kein Wasser für die Mühle vorhanden war, oder wenn in einem strengen Winter das Eis die Wasserräder überzogen hatte. Im Jahre 1392 meldet die Chronik von Straßburg[6]: „darzu was ein dürrer sumer . . . das gros breste (Gebrechen, Mangel) an malende was, das arme lüte . . . korn stieszend oder stampfetend in stampfsteynen. so mahtent (machten) etliche lüte in iren hüsern drettemülen . . . und koment armen lüten zu helfe." Zu Augsburg war 1442 „ain kalter Winter mit großem schnee, das niemant zu dem anderen mocht, und man mocht auch nit malen, da macht die stat zwu (zwei) tretmülen in der juden tantzhausz[7])."

Die ersten technischen Einzelheiten der Treträder des Mittelalters erkennen wir in mehreren Skizzen der Manuskripte von Leonardo da Vinci. Hier finden wir zum erstenmal das ringsherum mit Treppenstufen versehene Tretrad, bei dem die Männer ihr Körpergewicht am wirksamsten zur Anwendung bringen können, weil sie mit ihren Füßen in der Ebene der Achse — also nahe am längsten Hebelpunkt — auftreten[8]).

Eine eigenartige Anwendung des Tretrades sehen wir 1526 in dem Prachtwerk „Kaiser Maximilians des Ersten . . . Triumph". Albrecht Dürer hat dazu zehn künstliche Wagen ohne Bespannung gezeichnet, von denen einer überhaupt nur ein riesiges Tretrad darstellt. Das Tretrad läuft auf seinem Umfange über die Straße, indem es von Kriegsknechten, die im Innern laufen, in Drehung gesetzt wird[9]).

In dem großartigen Werk von Agricola „De re metallica", das im Jahre 1556, ein Jahr nach dem Tode seines Verfassers, in drei Auflagen erschien, finden wir das Tretrad häufig angewandt. Von besonderer Eigenart ist ein Rad, das von einem Pferd mit den Vorderfüßen bewegt wird (Abb. 69, Mitte) und ein anderes horizontales Tretrad, die sogenannte Tretscheibe. Es ist dies eine an einer vertikalen Welle befestigte runde Scheibe, die mit radial liegenden Leisten besetzt ist. Zwei Männer, die sich mit den Händen oder mit der Brust gegen einen wagerechten Balken stützen, treten mit den Beinen nach hinten hin gegen die Leisten und drücken so die Tretscheibe hinter sich weg. Agricola verwendet die Treträder sowohl zur Bewegung der Förderkörbe als auch der Lüftungsmaschinen in Bergwerken.

Agostino Ramelli, ein italienischer Ingenieur, der im Dienste Heinrichs III. von Frankreich stand, beschrieb in seinem im Jahre 1588 zu Paris erschienenen Prachtwerk über künstliche Maschinen vielerlei Arten von Treträdern. Außer der bekannten Verwendung an Baukranen finden wir hier Treträder zum Betrieb von Pumpen, Brunnenwinden, Schöpfeimerketten und Mühlen benutzt[10]). Die horizontale Tretscheibe des Agricola, die Ramelli gleichfalls kennt, wird von ihm zu einem schrägliegenden Tretrad für Menschen ausgebildet.

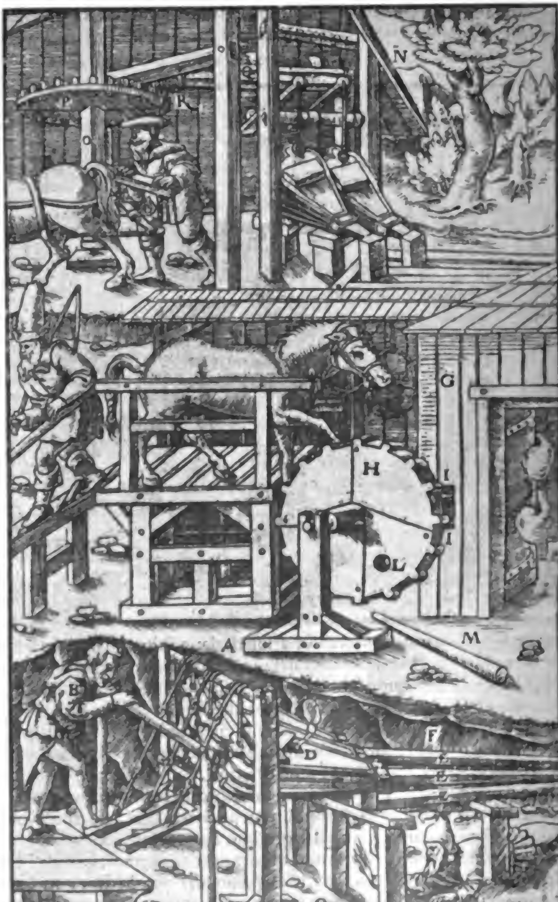


Abb. 69. Drei Antriebsvorrichtungen im Bergbau. 1556.

Man hat damals diese Art schrägliegender Tretscheiben, wie wir 1607 in dem Maschinenbuch des Vittorio Zonca [11]) lesen, in Venedig zum Antrieb von Mühlen benutzt. Wir sehen aus Abbildung 70, daß zwei Ochsen, die an einer feststehenden Umzäunung angebunden sind, auf dem Schrägrade laufen. Die Neigung der Radachse beträgt den dritten Teil der Achsenlänge. Der Durchmesser der ganzen Scheibe wird auf annähernd sieben Meter angegeben. Bei den bekannten Maschinenbauern des 17. Jahrhunderts findet man die verschiedensten Arten von Treträdern. Das mit Treppenstufen ringsherum besetzte Rad des Leonardo da Vinci wird zum Beispiel von Verantius (1617) zum Betrieb von Mühlen, Ölpressen, Zangenbaggern

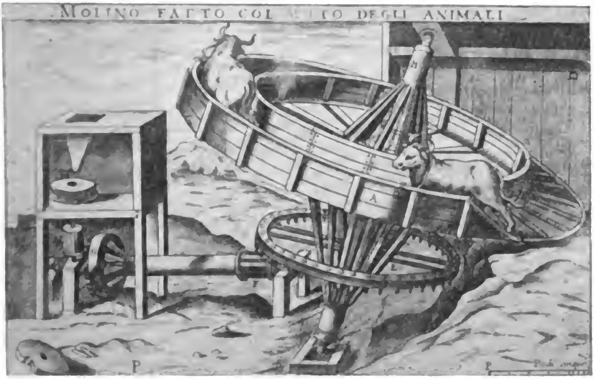


Abb. 70. Venezianisches Tretrad, nach Zonca, 1607.

oder Seilerrädern angewendet. Verantius nimmt diese Erfindung übrigens für sich in Anspruch, und es ist ja auch nicht wahrscheinlich, daß er die handschriftlichen Aufzeichnungen von Leonardo da Vinci kannte. In dem Werk von Strada, das lange nach dem Tode seines Verfassers im Jahre 1618 erschien, wird insofern eine neue Art von Treträdern angegeben, als die Pferde, die bei Agricola mit den Vorderfüßen auf die Räder treten, hier mit den Hinterfüßen — deren Kraft ja größer ist — treten müssen. Ein solches Tretrad war, wie Professor Theodor Beck [12]) in seinen Beiträgen zur Geschichte des Maschinenbaues berichtet, noch vor einigen Jahrzehnten in Holland im Gebrauch. Das älteste Tretrad hat sich wohl im Münster zu Freiburg i. B. erhalten. Es wurde im Jahre 1273 in den Glockenstuhl eingebaut, um Baumaterial und Glocken in

die Höhe zu fördern[13]). Es ist ein stolzes Denkmal der mittelalterlichen Technik. Allerdings wurde es später in manchen Teilen geändert. Auch in alten Hafenkranen, z. B. in einem Kran zu Andernach am Rheine, sieht man heute noch große Treträder, die seit Jahrhunderten ihren Dienst tun.

Neben dem Tretrad war der Göpel eine der beliebtesten Betriebsmaschinen der alten Zeit. Vitruv, der ums Jahr 24 das technische Können der Römer in seinem Werk zusammenfaßte, erwähnt die Anwendung des Göpels an den Hebemaschinen im Baugewerbe.

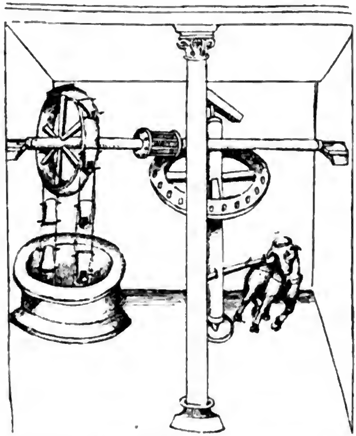


Abb. 71. Göpel mit Transmissionsanlage, 1438.

Die technischen Einzelheiten der alten Göpel erkennen wir erst aus der in München aufbewahrten Handschrift des Ingenieurs Jacopo Mariano vom Jahre 1438 und es wird darin die in Abbildung 71 wiedergegebene Anordnung mit hochliegender Transmission sowohl als auch die heute noch gebräuchliche Anordnung mit der unter dem Fußboden hindurch führenden Transmission bildlich dargestellt[14]). Eine direkte Kupplung zwischen Werkzeugmaschine und Betriebsmaschine finden wir seit dem 15. Jahrhundert häufig an den großen Bohrmaschinen für Geschütze. Die Rohre, die hohl gegossen wurden, waren dabei senkrecht auf den Boden aufgestellt. Der Kronbohrer zum Glätten der Geschützseele führte sich in einem großen Gestell, das über dem Rohr errichtet war. An dem Bohrhalter waren die

Göpelbäume direkt befestigt, so daß die Zugpferde rings um das im Mittelpunkt aufgestellte Geschützrohr herumgingen[15]).

Im deutschen Bergbau wurde der Göpel, wie wir 1556 aus dem Werk von Agricola erfahren, erst im Jahre 1504 eingeführt. Die von Agricola beschriebenen Göpel sind oft so groß, daß sie mit vier Paar Pferden bespannt werden mußten. Der senkrecht stehende Wellbaum eines solchen großen Göpels war 12 Meter lang und 45 Zentimeter dick. Jeder der vier Göpelbäume hatte eine Länge von 7 Meter. Der Fuhrmann eines jeden Paars der Zugtiere saß am Ende der Göpelbäume auf einem besonderen Brett. Mit diesen Maschinen war eine große Kettentrommel verbunden, auf der sich eine Kette aufwickelte, während eine zweite Kette sich abwickelte. An den Enden der Ketten hingen die Förderkörbe. Wenn der eine der Körbe oben, der andere unten in der Grube angekommen war, wurden die Pferde am Göpel umgespannt und die Maschine lief dann rückwärts. Ein solcher Göpel ist in Agricolas Buch auch schon mit einer kräftigen Bremsvorrichtung versehen, so daß ein Arbeiter, der sich im Bergwerk befindet, den über der Erde gehenden Göpel anzuhalten vermag[16]).

Besson, der Ingenieur von Franz I. von Frankreich, entwarf Göpel, um große Mangeln zu betreiben. Sie wurden in dem nach dem Tode von Besson veröffentlichten Maschinenbuch zum Abdruck gebracht. Durch eine eigentümliche Zahnradvorrichtung ging die schwere Mangel abwechselnd vor- und rückwärts, obwohl der in einem Stockwerk höher aufgestellte Göpel andauernd in der gleichen Richtung herumgezogen wurde[17]).

Agostino Ramelli machte 1588 Vorrichtungen bekannt, um Mühlen- und Steinsägen durch Göpel zu betreiben. Besonders eigenartig ist bei Ramelli eine Seilbahn zum Ausheben eines Festungsgrabens, bei der zwei kleine Wagen auf Holzgleisen die schräge Böschung des Grabens abwechselnd hinauf- und hinunterlaufen. Die beiden Wagen hängen zu dem Zweck an den Enden eines Seiles, das um eine Trommel geschlungen ist, die durch einen Göpel bald rechts, bald links herum gedreht wird. Es ist das die erste bekannte, allerdings nur in kleinem Maßstabe gedachte Bergseilbahn[18]).

Im 17. und 18. Jahrhundert findet man bei den Maschinenbauern die Göpel zu allen möglichen Zwecken verwendet. Erst durch Christie Rhynd (Fifeshire) wurde die Göpelanordnung im Jahre 1845 wesentlich vervollkommnet, so daß allmählich der leichte eiserne Göpel zustande kam, wie er noch heute bei landwirtschaftlichen Maschinen vielfach verwendet wird.

Eine besondere Verwendungsart fand der Göpel durch Pompeo Targone, den Ingenieur des Marchese Ambrogio Spinola, im Jahre 1580. Targone schuf damals die sogenannte Wagen- oder Feldmühle, die sich schnell für Kriegszwecke einführte. Unsere Abbildung 72 zeigt eine solche Maschine, und zwar im Vordergrunde im betriebsfertigen Zustand, im Hintergrunde so zusammengelegt, daß sie transportiert

werden kann. Wir erkennen aus der Abbildung, die in dem von Zonca verfaßten Maschinenbuch erschien, das im Jahre 1607 zum erstenmal veröffentlicht wurde, daß die Maschine sehr schnell betriebsfertig war, denn es brauchte nur der große Göpelbaum mit seinen senkrechten Hölzern befestigt zu werden, um malen zu können. Der Göpel bewegte mittels des großen, in der Mitte wagerecht liegenden Zahnrades zwei Mühlwerke, die in kleinen Überdachungen gegen Wetter und Wind geschützt untergebracht waren[19]).

Zu kleineren Kraftleistungen benutzte man früher vielfach die Handkurbel. Sie läßt sich bereits in vorgeschichtlicher Zeit nachweisen, und zwar diente sie damals dazu, kleine Mühlsteine in

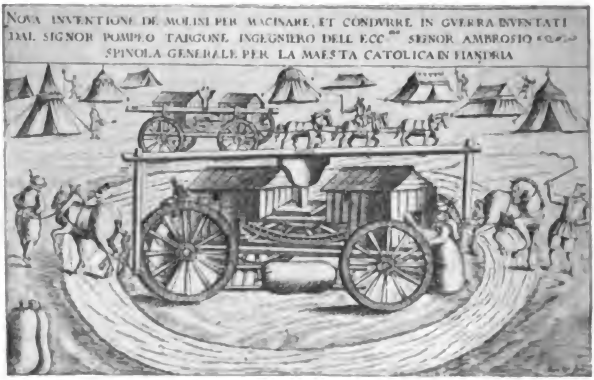


Abb. 72. Feldmühle, nach Zonca, 1607.

Drehung zu versetzen. Derartig primitive Mühlen sind noch heute bei manchen wilden Völkern in Benutzung. Sie bestehen aus einem muldenförmig ausgehöhlten Stein, in den der Oberstein ziemlich genau hineinpaßt. Der Oberstein ist in der Mitte durchbohrt, damit hier das Getreide hineingeschüttet werden kann. In dem Oberstein ist ein Holzstück in der Weise senkrecht befestigt, daß man den Stein daran in Drehung versetzen kann. Dieses Holzstück dient also hier als Kurbelgriff. Im Mittelalter ist die Kurbel häufig an kleineren Apparaten, z. B. Garnwinden, oder an Maschinen, wie Schleifsteinen, Brunnenwinden oder an Folterwerkzeugen zu finden. In dem Zoncaschen Buch von 1607 sehen wir eine Schleiferei für Handbetrieb mittels Kurbel und Schwungrad, bei der die Anwendung des gekreuzten Schnurbetriebes neu ist (Abb. 73). Wie wir aus

verschiedenen Büchern über die Handwerke des 16. Jahrhunderts wissen, bedienten sich besonders die Zinngießer in ihren Werkstätten großer Schwungräder, die mittels Kurbeln bewegt wurden und von denen eine Schnurübertragung nach der Drehbank führte, worauf die Zinngeschirre abgedreht wurden[20]).

Da die Einführung der Kurbel, wie wir gleich sehen werden, dem großen James Watt noch bedeutende Schwierigkeiten machte, interessiert es, einmal nachzuweisen, daß man schon im ausgehenden Mittelalter Kurbeln als Zwischenglieder in Maschinen verwendete. So sieht man z. B. in dem künstlerisch gezeichneten Hausbuch der Familie von Waldburg auf Schloß Wolfegg die Darstellung eines Pumpwerks in der Weise, daß ein unterschlägiges Wasserrad eine an einer Achse befindliche Kurbel in Drehung versetzt. In die Kurbel greift eine Pleuelstange ein, die mit ihrem andern Ende an einem Balancier hängt. Von diesem Balancier aus wird ein unterirdisch aufgestelltes Pumpwerk für einen Springbrunnen betrieben[21]). Auffallenderweise sehen wir die großen Maschinenbauer im achtzehnten Jahrhundert nach allen möglichen Mitteln suchen, um den Dampfmaschinen eine Drehbewegung zu geben; doch keiner von ihnen wagt sich an die Vorrichtung, die, wie wir aus dem Vorhergesagten ersehen, bereits das ausgehende Mittelalter kannte. Erst ein Maschinenwärter in Birmingham, der den komplizierten Klinkenapparat an seiner Dampfmaschine nicht in Ordnung halten konnte, baute im Jahre 1779 an Stelle dieser Vorrichtung eine Pleuelstange mit Kurbel und erzielte dadurch zur Überraschung aller, daß seine Dampfmaschine nun wesentlich besser lief als vorher. Ein Knopfmacher namens James Pickard ließ sich am 23. August 1780 auf die Anwendung von Kurbel und Pleuelstange an Dampfmaschinen ein englisches Patent erteilen. James Watt, der große Reformator

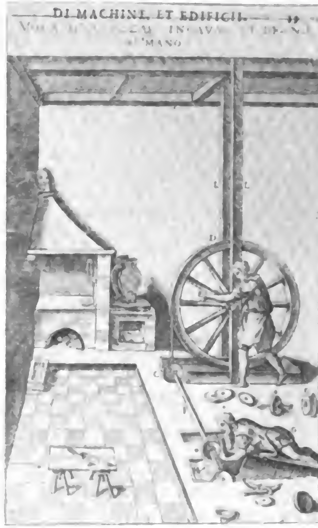


Abb. 73. Schleiferei mit Kurbel-Antrieb, 1607.

der Dampfmaschine, hatte nicht gewagt, auf diese von ihm für die Dampfmaschine als notwendig erkannte Anwendung der Kurbel ein Patent zu nehmen, und er mußte deshalb 1782 andere, weit kompliziertere Mechanismen wählen, um die gradlinige Bewegung in eine rotierende zu verwandeln[22]). Durch das Patent von Pickard war ihm, wie Watt sich ausdrückte, „die Tür geschlossen". „Der wirkliche Erfinder der Kurbeldrehbewegung," schrieb Watt 1808 an seinen Sohn, „war der Mann — leider wurde er nicht göttlichgesprochen —, der zuerst die gewöhnliche Fußdrehbank erfunden hat. Sie auf die Dampfmaschine anzuwenden, war soviel, als ein Brotmesser zum Käseschneiden zu benutzen." Der erste, bei dem sich bisher die Drehbank mit Tretvorrichtung und Kurbel nachweisen ließ, war Leonardo da Vinci, ein Mann, der zu den göttlichen Künstlern, aber zu den vergessenen Ingenieuren zählt.

Im Anschluß an diese historischen Bemerkungen über die Kurbel sei noch ein landläufiger Irrtum über die Geschichte der Exzenter berichtigt. Auch die Exzenter sind Kurbeln, nur in anderer Ausbildungsform. Sie sollen im Jahre 1799 zuerst von Murdock zur Bewegung der Dampfmaschinenschieber benutzt worden sein. Tatsächlich bildete der schon genannte Ramelli im Jahre 1588 den Exzenter schon aus[23]).

Die originellste Idee, sich gewissermaßen auch der unnötigen Tierkräfte nützlich zu bedienen, führte im Jahre 1812 ein als sonderbarer Kauz bekannter Engländer namens Hatton aus. Er hatte von einem französischen Gefangenen in Perthe eine Art von Spielzeug gekauft, das aus einer um eine wagerechte Achse beweglichen Trommel bestand, in der eine Maus eingesperrt war, die bei jeder Bewegung die Trommel in Drehung versetzte. Noch heute finden wir in Gärten und Höfen auf dem Lande Eichhörnchen in solchen Tretmühlen eingezwängt, und man ist leider noch unbedacht und entartet genug, ein Vergnügen daran zu finden, wie ein armes Tierchen in der Enge ohne festen Halt eingezwängt herumspringt. Der Meister Hatton hatte aber beim Anblick der Mäusetrommel einen höheren Gedanken. Er meinte, eine derartig sinnige Einrichtung, die, so weit das Leben der Maus irgend reichen wollte, fast einem Perpetuum mobile gleichkäme, müßte sich praktisch verwerten lassen. Er sah darin einen Motor, dessen Anschaffung und Unterhaltung fast nichts kostete, und suchte nach einer nutzbringenden Anwendung dafür in irgendeiner Industrie. Seine Wahl fiel darauf, die Maus an der Herstellung eines Nähfadens arbeiten zu lassen, und er ließ es sich nicht verdrießen, diese Idee in die Wirklichkeit zu übersetzen. Die arme Maus brachte es in ihrer Tretmühle wirklich auf die stattliche Leistung, 16 Kilometer Faden am Tage zu drehen, und einige erreichten sogar einen Satz von 29 Kilometern. Auch wenn man ihnen einen wöchentlichen Feiertag schenkte, lieferte eine Maus im Durchschnitt während eines Jahres 5840 Kilometer Garn, womit der glückliche Erfinder dieser Neuheit sein ganzes

Großbritannien und Irland dazu hätte umspannen können. Trotzdem war das eigentliche Ergebnis nicht so befriedigend, wie diese Zahlen es anzuzeigen scheinen, denn es fehlte der Arbeit der überhaupt ja unfreiwillig eingesperrten Mäuse an Stetigkeit. Auch stellte sich heraus, daß eine solche Maus in ihrer Arbeit doch im Vergleich zu einem menschlichen Arbeiter nur eine Ersparnis von etwa $7^1/_2$ Mark im ganzen Jahre zuwege gebracht hätte.

Hatton vergnügte sich aber wenigstens, auf dem Papier mit der weiteren Entwicklung seines Mäusemotors und rechnete aus, was zu einer wirklich industriellen Ausnutzung der Mäusearbeit gehören würde. Er kündigte nach einiger Zeit sogar an, daß er 15000 Mäuse gekauft und eine verfallene Kirche gemietet hätte, wo er all die Mäusetrommeln unterbringen und seine Nähfadenfabrik eröffnen wollte. Er wußte auch schon die Ziffern des Vermögens anzugeben, das er auf diesem Wege in einer bestimmten, aber geringen Zahl von Jahren erworben haben wollte. Unglücklicherweise starb er bald darauf, und die Welt ist daher um den Vorteil gekommen, wenigstens auf einige Zeit — lange hätte es wohl keinesfalls gedauert — eine Garnfabrik mit 15000 Mäusen als einzigen Arbeitern zu besitzen. Leider hat sich auch seitdem noch niemand gefunden, der diesen großartigen Gedanken wieder aufgenommen hätte.

Wasserräder.

Die älteste Nachricht über die Anwendung eines Wasserrades finden wir bei Philon von Byzanz, dem vielgenannten Techniker des dritten vorchristlichen Jahrhunderts. Er verwendet die Wasserräder zum Antrieb von Schöpfeimerketten[1]).

Späteren Zeiten diente das Wasserrad meist zum Antrieb von Mühlen, und wir finden deshalb auch heute weit häufiger noch die Bezeichnung Mühlrad an Stelle des richtigeren Ausdruckes Wasserrad. Wann zum ersten Male die Wasserkraft zum Antrieb einer Getreidemühle verwendet wurde, läßt sich nicht mehr feststellen. Mithridates VI. besaß ums Jahr 88 v. Chr., wie uns Strabon berichtet, in Kleinasien eine Wassermühle, und etwa 25 Jahre später erwähnt der römische Dichter Lucretius vergleichsweise „Räder, von Flüssen gedrehet". Aus der Erwähnung von Eimern in dieser Dichterstelle geht weiter hervor, daß die Wasserräder ein Schöpfeimerwerk einer Bewässerungsanlage trieben. Um die gleiche Zeit singt der Dichter Antipater: „Höret auf, euch zu bemühen, ihr Mägde, die ihr in den Mühlen arbeitet. Jetzt schlafet und laßt die Vögel der Morgenröte entgegensingen, denn Ceres hat den Najaden befohlen, eure Arbeit zu verrichten. Diese gehorchen, werfen sich auf die Räder, treiben mächtig die Wellen und durch diese die schwere Mühle."

Das Flußschöpfrad und die Wassermühle werden eingehend zuerst von Vitruv ums Jahr 24 v. Chr. beschrieben. Ein solches Flußschöpfrad ist ein unterschlägiges Wasserrad, das an seinem Umfange eine größere Anzahl von Kästen besitzt, die sich beim Eintauchen in den Fluß füllen und ihren Inhalt oben in eine Rinne gießen. Es ist also möglich, durch eine solche Vorrichtung das Flußwasser fast so hoch zu heben, wie der Durchmesser des Rades ausmacht. Die von Vitruv beschriebene Wassermühle besteht aus einem wagerechten Wellbaum, auf dem das unterschlägige Wasserrad sitzt. Ein Zahnrad auf dieser Welle greift in ein wagerecht laufendes Zahnrad, das auf der Welle des Mühlsteines sitzt[2]).

Wasserräder zum Antrieb von Sägewerken waren gleichfalls schon in der Römerzeit bekannt. Schon Plinius der Ältere erwähnt Sägemühlen, um Marmor zu zerschneiden, und Ausonius, der im vierten Jahrhundert die Mosel und ihre Nebenflüsse besang, singt

von den Wasserrädern, die an der Ruwer knirschend den schweren Stein zersägen, so daß die Ufer ständig von ihrem Lärm erschallen. Auch in Rom werden in diesem Jahrhundert die ersten öffentlichen Wassermühlen am Fuße des Janiculum angelegt. Ihre Kraft erhalten sie aus der von der Höhe des Hügels herunterkommenden künstlichen Wasserleitung. Durch die Einführung der Wassermühlen die nicht in den Bäckereien, sondern nur an geeigneten Stellen des nächsten Wasserlaufes angelegt werden können, trennt sich im 5. Jahrhundert allmählich das Gewerk der Müller von dem der Bäcker ab[3]).

Eine besondere Art der Wassermühlen wurde im Jahre 536 erfunden, als Rom durch die Goen belagert wurde[4]). Diese hatten nämlich die Wasserleitungen für die alten Mühlen zerstört, und deshalb ordnete Belisar an, Fahrzeuge auf den Tiber zu bringen und darauf die Mühlen anzulegen, so daß die Wasserräder vom Strome selbst getrieben wurden. Vitiges, der König der Goten, ließ als Gegenmittel starke Balken den Fluß hinabtreiben, doch die Belagerten spannten dagegen Hemmketten aus, die alles aufhielten, was die Mühlen hätte zerstören können. Diese Erfindung der Schiffsmühlen erweiterte das Verwendungsgebiet der Wasserräder außerordentlich, denn besonders an Orten, wo ein genügendes Gefälle überhaupt nicht vorhanden ist, konnte man sie mit Vorteil erbauen. Seit dieser Zeit lassen sich eine Menge Urkunden über das Vorhandensein, die Rechte und die Pflichten der Wassermüller beibringen, und man kann annehmen, daß die Wasserräder im 8. Jahrhundert über ganz Europa verbreitet waren.



Abb. 74. Schiffsmühle zum Mahlen und Stampfen, 1607.

In Bilderhandschriften, besonders in Volks- und Gesetzbüchern findet man häufig Abbildungen von mittelalterlichen Mühlen, doch meist sind die Zeichnungen außerordentlich klein und deshalb für

die Beurteilung des Aussehens der Mühlen von geringem Wert. Eine vorzügliche Darstellung der mittelalterlichen Wassermühle war in dem bei der letzten Belagerung von Straßburg leider verbrannten „Lustgarten" der Herrad von Landsperg vorhanden[5]). Es existiert davon noch eine Kopie, die in Abbildung 75 — allerdings auf mehr als ein Drittel verkleinert — wiedergegeben ist. Herrad, die in ihrem „Lustgarten" ein großartiges Unterrichtsbuch für ihre Klosterjungfrauen auf dem Odilienberg geschaffen hatte, erklärte im Rahmen einer biblischen Geschichte gelegentlich auch das, was „die Philo-

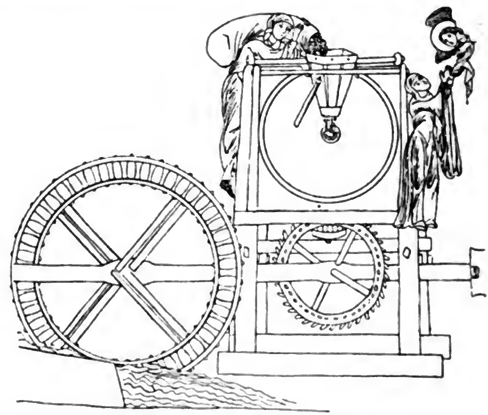


Abb. 75. Unterschlächtiges Wasserrad mit Mühle, um 1160.

sophen durch weltliche Weisheit, die aber auch der heilige Geist inspirierte, erforscht haben". So finden wir unter den großartigen Darstellungen bei der gleichen Stelle der Evangelisten Lucas (XVII, 35) und Matthäus (XXIV, 41) die hier wiedergegebene Malerei. „Zwei werden mahlen auf der Mühle, eine wird angenommen, die andere wird verlassen werden." So erklären sich die drei Figuren des Bildes. Die eine der beiden mahlenden Frauen wird vom Engel angerufen, während die andere verlassen weiter arbeiten muß. Die technischen Einzelheiten der Mühlen sind vorzüglich zu erkennen. Das unterschlägige Wasserrad treibt einen wagerechten Wellbaum, von dem aus durch Zahnräder der Mühlstein in Bewegung gesetzt wird.

Ein selbsttätig arbeitendes Sägewerk mit Wasserkraft wird von dem um 1245 wirkenden französischen Ingenieur Vilars[6]) entworfen

(Abb. 76). Bei der Skizze steht nur vermerkt: „Auf diese Art macht man eine Säge, um selbsttätig zu sägen.“ Um die Skizze besser verständlich zu machen, sind Buchstaben eingefügt: a stellt den Bach dar, der das unterschlägige Wasserrad b treibt, auf dessen Wellbaum die vier Daumen c sitzen. Diese drücken die Hebel d und mit ihnen die Säge e nieder, die durch den federnden Baum f wieder hochgezogen wird. g ist der in den Führungen h gleitende Balken, den das Zackenrad i gegen die Säge vorschiebt. Diese Zeichnung des Vilars ist ein interessantes Beispiel für die Projektionsart des Mittelalters, die einen noch so komplizierten Apparat in einer einzigen Ebene klar und deutlich darzustellen imstande ist. Im ersten Moment vermutet wohl niemand in dem hoch oben schwebenden Rade ein Wasserrad, doch wenn man sich in diese Darstellungsart hineingelebt hat, gewinnt auch der Laie hieraus schneller ein Verständnis von einer Maschine, als aus unserer dreiseitigen Projektionsart. Ebensoviel Großzügigkeit, wie Vilars und viele seiner Nachfolger in diesen Darstellungen bekunden, ebenso viele Fehler und Unmöglichkeiten bergen sie darinnen. Es wüde hier z. B. nach der Stellung der Schaufeln am Rade b der zu sägende Balken g durch das Zackenrad i von der Säge weg, statt gegen sie bewegt werden. Es müßte das Transportrad i im Gegensatze zum Wasserrad b viel kleiner sein. Es müßte endlich das Hebelwerk d genauer angegeben werden.

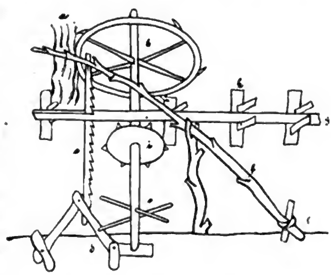


Abb. 76. Sägemühle, um 1245.

Eine Papiermühle scheint ums Jahr 1290 zu Ravensburg schon gestanden zu haben. Es geht dies aus Prozeßakten[1]) um eine Brunnenquelle aus dem Jahre 1636 hervor, worin von einer Papierstampfe „am Flattbach beim Oelschwang“ die Rede ist. Es wäre dies die älteste Anwendung der Wasserkraft in der Papierindustrie.

Im 14. Jahrhundert dehnte sich das Verwendungsgebiet der Wasserräder besonders in Deutschland weiter aus, und so finden wir 1322 in den Bauamtsrechnungen von Augsburg eine Sägemühle erwähnt, hören wenig später von einer Drahtziehmühle in Nürnberg und 1389 von einer Schleif- und Walkmühle in Augsburg. Aus dem 15. Jahrhundert sind überaus zahlreiche Belege dafür vorhanden, daß man fast alle größeren Maschinen durch Wasserräder in Betrieb setzte. Da es für manche Maschinen unerläßlich ist, daß sie ebenso sicher rückwärts als vorwärts laufen, so ersann man

die sogenannten Kehrräder. Sie werden uns im Jahre 1656 von Georg Agricola an Hand einer genauen Abbildung (77) eingehend beschrieben [8]):

„Diese Maschine wird von fünf Männern regiert. Einer bedient den Schützen des Reservoirs (durch den das Wasser diesem zuströmt), indem er den Schieber schließt oder öffnet. . . . Der Maschinenführer aber steht in einem hangenden Häuschen neben dem Reservoir. Wenn die eine Bulge ausgegossen ist, zieht er die andere Schützenöffnung auf, damit die andern Schaufeln des Rades, von dem Stoße des Wassers getroffen, das Rad in entgegengesetzter Richtung bewegen. Wenn er aber die Schützenöffnung nicht beizeiten schließen und den Strom des Wassers hemmen kann, ruft er dem Gehilfen zu und läßt ihn den aufgehobenen Bremsklotz gegen die zweite Trommel drücken und so das Rad einhalten. Zwei aber gießen abwechselnd die Bulgen aus, wovon der eine auf der Seite des Bretterverschlages steht, welcher auf der Vorderseite des Schachtes ist; der andere aber auf der hinteren Seite. Wenn die Bulge beinahe herausgezogen ist, was ein gewisser Ring der Zugkette, welcher an der andern Seite des Bretterverschlages (d. h. in dem abwärtsgehenden Teile der Kette) erscheint, anzeigt, so steckt der eine einen Enterhaken, d. i. ein großes, gekrümmtes Eisen, in einen Ring der Zugkette und zieht den ganzen nachfolgenden Teil bis zu sich an den Bretterwandverschlag, worauf die Bulge von dem andern ausgegossen wird. Dies tut ersterer deshalb, damit der Teil der Zugkette, welcher mit der andern Bulge vermöge des eigenen Gewichtes herabgegangen ist, den übrigen Teil der Kette nicht von der Welle herunterziehe und nicht die ganze Kette in den Schacht hinabfällt. (Diese Manipulation ist in der Abbildung unrichtig dargestellt. Es geht aber aus der Beschreibung hervor, daß die Kette nicht an der Trommel befestigt war, sondern daß man bereits wußte, daß die Reibung der mehrfach umschlungenen Kette genüge, um sie mitzunehmen, wenn das abwärtsgehende Ende derselben nur mit dem leeren Eimer belastet war, während der volle heraufgezogen wurde.) Aber der Gehilfe bei dieser Arbeit, wenn er wahrnimmt, daß die mit Wasser gefüllte Bulge beinahe herausgezogen ist, ruft dem Maschinenwärter zu und läßt ihn die Schützenöffnung schließen, damit er Zeit zum Ausgießen hat. Wenn die Bulge ausgegossen ist, öffnet der Maschinenführer die andere Schützenöffnung des Reservoirs nur ein wenig, damit der Teil der Zugkette mit der leeren Bulge wieder in den Schacht gelassen werden kann, und dann zieht er sie ganz auf. Wenn nämlich der Teil der Kette, welcher nach dem Bretterverschlage hingezogen war, wieder aufgewickelt ist (was durch das Übergewicht der in den Schacht herabhängenden Kette geschehen konnte) und dasselbe durch die Trommel in den Schacht gelassen worden ist, zieht der eine den großen Enterhaken heraus, welchen er in den Ring der Kette gesteckt hatte. Der fünfte Arbeiter aber steht neben

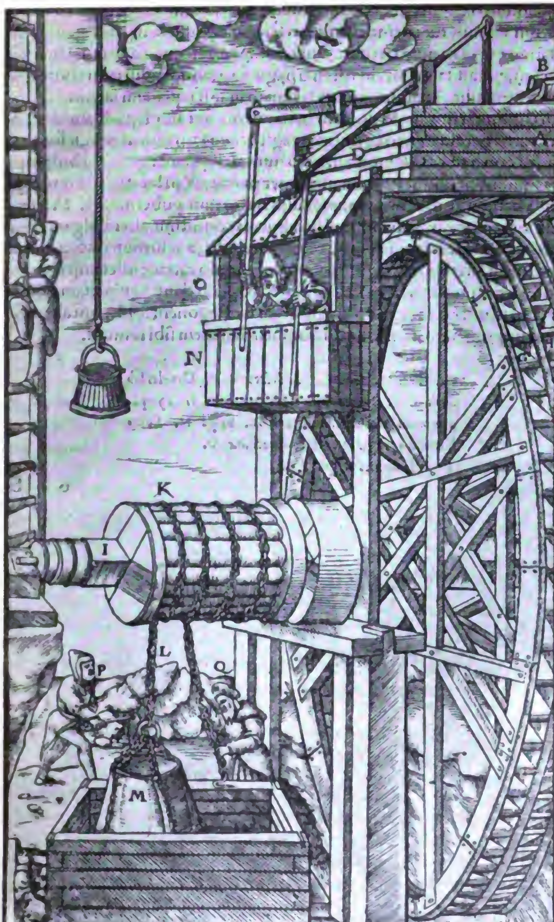


Abb. 77. Kehrrad zum Betrieb eines Förderkorbes, 1556.

dem Sumpfe in einer verborgenen Grube, damit er, wenn etwa ein Teil der Kette durch Brechen eines Ringes oder sonst etwas herabfallen sollte, nicht verletzt werde. Dieser regiert die Bulge mit einer eisernen Schaufel und gießt Wasser hinein, wenn sie dasselbe nicht selbst schöpft. Da man aber jetzt in den oberen Teil jeder Bulge einen eisernen Ring einlegt, so daß sie immer offen steht, und in den Sumpf eingetaucht das Wasser schöpft, so hat man keinen Bulgenlenker mehr nötig. (Man machte solche Bulgen zum Selbstschöpfen unten halbkugelförmig.) Weil aber außerdem in

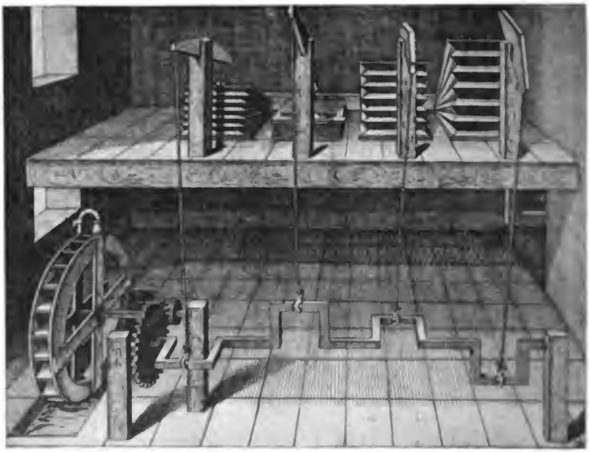


Abb. 78. Wasserrad zum Antrieb von Orgelbälgen, 1615.

jetziger Zeit von denen, welche bei dem Bretterverschlage stehen, der eine die Bulgen ausleert, der andere durch Zugstangen die Schützenöffnung des Reservoirs öffnet und schließt und auch den Enterhaken in den Ring der Kette zu werfen pflegt, so regieren dann drei Leute die Maschine, und weil manchmal derjenige, welcher die Bulgen ausgießt, sogar noch das Wasserrad zum Stillstande bringt, indem er den aufgehobenen Bremsklotz gegen die zweite Trommel drückt, so übernehmen in diesem Falle zwei Personen die ganze Arbeit."

In technischer Hinsicht ist seit Agricola für lange Zeit nichts Neues von den Wasserrädern zu berichten, denn die Turbinen und

die Ebbe- und Flutmaschinen wollen wir uns in einzelnen Kapiteln genauer ansehen. Es bleibt aber noch von einigen besonders hervorragenden Anlagen mit Wasserkraft zu berichten. Die größte von ihnen legte wohl in den Jahren 1672 bis 1682 der Holländer Ranneken in Marly an. Sie diente zur Beschaffung des Wassers für die großartigen Wasserkünste in den Gärten von Versailles. Sicherlich war diese Anlage des Sonnenkönigs die größte Kraftstation, die vor der Erfindung der Dampfmaschine erbaut wurde — und sie wurde ja mittelbar die Veranlassung zur Erfindung der Dampfmaschine. Ranneken legte in 163 Meter Höhe über dem Spiegel der Seine einen Wasserbehälter an, dem von 255 Saug- und Druckpumpen das Wasser auf eine Entfernung von 5 Kilometer zugeführt wurde. Zum Antrieb dieser Pumpen dienten 14 Wasserräder von über 8 Meter Durchmesser und in einer Gesamtbreite von über 34 Meter. Als Zwischenglieder waren 48 Kurbeln, 122 große Balanciers, 2108 Bruchschwingen und 63744 Fuß eiserne Zugstangen notwendig. Und doch war die Gesamtleistung dieser riesenhaften Maschinerie nur etwas über 200 Kubikmeter Wasser in der Stunde.

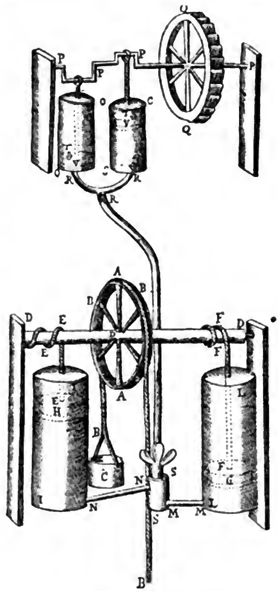


Abb. 79. Kraftübertragungsanlage von D. Papin. 1685.

Die Kraft eines Wasserrades auf größere Entfernung fortzuleiten versuchte bereits Papin, der Erfinder der Dampfmaschine, im Jahre 1685, und einen verbesserten Entwurf legte er drei Jahre später der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaft in London vor. Der Zweck der Anlage war, die Grubenwässer eines Bergwerks des Grafen von Solms-Braunfels mit Hilfe der Kraft eines nicht ganz in der Nähe der Grube vorbeifließenden Baches zu bewältigen. Wie dies geschehen sollte, zeigt Abbildung 79. Die zweimal gekröpfte Welle PP des Wasserrades QQ sollte eine Ventilluftpumpe mit zwei Stiefeln OT treiben, die die Luft aus dem Rohre R zu pumpen hatten. An dem Orte, wo gepumpt werden sollte, endete es in dem Vierweghahn SS, von dem die beiden Rohre NN und MM zum Boden der Zylinder II und LL gingen und abwechselnd, den

einen mit der Luftpumpe, zugleich den andern mit der äußeren Luft in Verbindung setzten. Der eine der in diesen Zylindern sich bewegenden Kolben wurde dadurch herabgezogen und erteilte der Welle DD und dem auf ihr sitzenden Rade AA mittels der darumgeschlungenen Seile EF eine hin und her gehende Bewegung. Über das Rad war das Seil BB gelegt an dessen Ende die Eimer C hingen, von denen der eine gefüllt nach oben, der andere zugleich leer nach unten ging. So sprach hier Papin zum ersten Male eine Idee aus[9]), die, wenn auch unvollkommen, doch zu seiner Zeit zu verwirklichen gewesen wäre, die jetzt unter Anwendung von Preßluft und namentlich mit Elektrizität häufig durchgeführt worden ist.

Auch die Ausnutzung der beiden berühmten Wasserfälle, des Rheinfalls bei Schaffhausen und des Niagarafalls, begann damals. Am Rheinfall befanden sich schon im Jahre 1678 Wasserräder, und am Niagarafall wurden bereits 1725 große Sägemühlen angelegt.

Mit der Veröffentlichung der „Hydromechanik" des berühmten Baseler Physikers Daniel Bernoulli im Jahre 1738 begann ein neuer Abschnitt im Bau der Wasserräder, denn hier wurde zum erstenmal eine Theorie dieser Maschinen gegeben[10]). Besonders der Engländer Smeaton förderte durch Versuche die Lehre vom Bau der Wasserräder weiter, und Deparcieux wies 1753 nach, daß Wasser durch Druck viel mehr leiste als durch Stoß. Er veranlaßte dadurch, daß die unterschlächtigen Wasserräder, wenn es nicht gerade auf geringe Kraftleistung oder auf billige Anlage ankam, endgültig aufgegeben wurden.

Die großen Erfolge, die die Dampfmaschine zu Anfang des 18. Jahrhunderts von Jahr zu Jahr in immer größerem Maße errang, führten dazu, eine ähnliche, durch Wasserdruck betriebene Maschine zu bauen. Zuerst versuchten Denisard und de la Douaille im Jahre 1731 eine derartige Wassersäulenmaschine[11]); doch erst dem fürstlich Wolfenbüttelschen Ingenieurfähnrich Winterschmidt, der sich in Clausthal aufhielt, gelang es, eine brauchbare Maschine dieser Art zu entwerfen. Am 21. November 1747 reichte er dem Clausthaler Bergamt eine Denkschrift über seine Erfindung ein, und am 30 März folgenden Jahres konnte er bereits mit der Behörde einen Vertrag über die Lieferung einer Wassersäulenmaschine abschließen. Die Maschine arbeitete später durchaus nach Erwartung, wie aus den Protokollen der Clausthaler Bergamtssitzungen der Jahre 1747 bis 1748 hervorgeht. Es ist deshalb nicht gerechtfertigt, dem Oberkunstmeister I. K. Höll aus Schemnitz in Ungarn die Erfindung der Wassersäulenmaschine zuzuschreiben. Höll entwarf allerdings im Jahre 1749 eine sogenannte „Luftmaschine" nach dem Prinzip des Heronsballes zur Förderung von Grubenwasser, doch fällt diese Erfindung nicht nur später als die Ausführung von Winterschmidt, sondern es wird auch hervorgehoben, daß die Maschine „durch gewaltige Stöße und Erschütterungen den Schacht benachteiligte". Hieran war, was Höll allerdings nicht erkannte, die Steuerungsvor-

richtung schuld, und erst Georg von Reichenbach verbesserte im Jahre 1808 die Steuerung der Wassersäulenmaschinen so, daß sie auch bei hohem Wasserdruck stoßfrei arbeiteten. Er nutzte seine Erfindung bei der Ausführung der großartigen Salzsoleförderung des Bergwerks in Illsang bei Berchtesgaden aus, indem er die Salzsole mit Hilfe einer Wassersäulenmaschine zur Saline Reichenhall beförderte. Die im Jahre 1817 vollendete Anlage ist ein bedeutsames Meisterwerk der Technik, und die Überbleibsel ihrer Maschinen haben deshalb mit Recht einen Ehrenplatz im Deutschen Museum in München gefunden. Die Anlage hatte zwei Förderhöhen, die eine, die 90 Meter über den Lockstein förderte, die andere, die die Sole 365 Meter über den Söldenköpfl hinüber schaffte.

Zu den Wassersäulenmaschinen gehören auch die kleinen rotierenden Kolbenmaschinen, die man an unsere Hochdruckwasserleitungen anschließen kann. Ihre Leistung ist im Verhältnis zum Preis des verbrauchten Druckwassers ziemlich gering, und deshalb ist ihr Verwendungsgebiet heute ein sehr beschränktes.

Turbinen[1].

Bereits in einer Handschrift eines alten Technikers, der zur Zeit der Hussitenkriege, also etwa ums Jahr 1430, schrieb, ist ein Entwurf zu einem Turbinenrad zu finden. Die Münchener Hof- und Staatsbibliothek besitzt das Original dieser in mehr als einer Hinsicht eigenartigen Bilderhandschrift[2]), auf deren 18. Blatt die in Abbildung 80 wiedergegebene Turbine abgebildet ist. Der Text dabei lautet: „Item das ist ain wassmull da das Rad nach der prayt auff dem wass leyt unn sein wellpawm stet ob sich, unn ist auch ein gerechte mull unn sy darf chain chomprad; ain pabst von Rom der hat sy erdacht“ (Also, das ist eine Wassermühle, bei der das Rad der Breite nach auf dem Wasser liegt und sein Wellbaum aufrecht steht. Und es ist auch eine richtige Mühle und sie bedarf keines Kammrades. Ein Papst von Rom hat sie erdacht). Wer dieser Papst gewesen sein könnte, ließ sich bisher nicht ermitteln[3]). Der einzige Papst, der uns einmal als Erfinder genannt wird, ist Sylvester II., der im Jahre 999 Papst wurde, doch schon vier Jahre später starb. Man nennt ihn aber in der Geschichte der Erfindungen ganz zu Unrecht, denn es ist durch nichts erwiesen, daß er, wie man allgemein liest, die Räderuhren erfunden habe. Allerdings beschäftigte er sich mit hydraulischen Maschinen. Ob wir ihm jedoch die vorhin beschriebene Turbine zuschreiben dürfen, bleibt sehr fraglich (Abb. 80).

Unter den vielen Zeichnungen, die Leonardo da Vinci hinterlassen hat, findet man auch liegende Wasserräder. Besonders interessant ist die Verbindung eines solchen Rades mit einer Vorrichtung zum Ziehen konischer Eisenstäbe. Aus diesen konischen Stäben wollte Leonardo Geschützrohre zusammenschweißen. Das Kreiselrad, dessen gekrümmte Schaufeln genau erkennbar sind, trägt auf seiner senkrechten Welle eine Schnecke, die in zwei Zahnräder eingreift. Das eine dieser Räder bewegt eine Spindel, an der der zu ziehende Eisenstab befestigt ist. Das andere Rad überträgt seine Bewegung mittels einer Welle auf zwei Räder, die das Zieheisen mit der fortschreitenden Bewegung des Stabes immer mehr verengen. Über das Wasserrad bemerkt Leonardo nur: „Diese Maschine muß durch Wasser betrieben werden. Denn wenn sie durch Menschenhand bewegt würde, würde sie so langsam gehen, daß die Arbeit geringen Erfolg hätte, und zwar nicht, weil es einer solchen Maschine an Kraft fehlen würde, sondern wegen der Länge der zur Arbeit



Abb. 80. Die von einem Papst erfundene Turbine. 1430.

erforderlichen Zeit. Deshalb führt das Wasser neben der außerordentlichen Kraft der Schrauben ohne Ende, welche man in solcher Weise einfügt, die Vollkommenheit herbei." Entstanden ist dieser Entwurf zwischen 1490 und 1515. Genauer läßt sich die Entstehung der Skizze nicht datieren[4]).

Leonardo war, nachdem er lange in seinem Heimatland, Italien, tätig gewesen war, zuletzt Ingenieur des Königs von Frankreich. Wahrscheinlich folgte ihm in seinem Amt ein gewisser Jacques Besson, der im Jahre 1569 starb. Neun Jahre nach seinem Tode erschien zu Lyon unter seinem Namen ein Werk, das 1595 in die deutsche Sprache übersetzt wurde. Darin werden zwei verschiedene Arten von horizontalen Wasserrädern vorgeführt. Auf der einen Abbildung sieht man ein solches Rad, das sich mitten im Flusse dreht. Ermöglicht wird dies durch die Anordnung von Klappschaufeln, die sich in der Horizontalen in Scharnieren drehen. Weit inter-

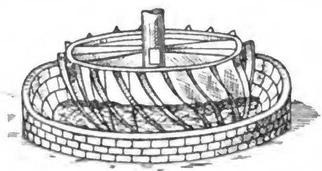


Abb. 81. Turbine von Besson. 1578.

essanter ist die andere Darstellung, die wir hier in Abbildung 81 wiedergeben, eine Turbine mit tangentialer Beschaufelung. Um die Konstruktion sichtbar zu machen, ist das Rad hochgezogen gezeichnet. Der Radkörper verjüngt sich nach untenhin eiförmig und ist mit schraubenförmig gekrümmten Schaufeln besetzt. Die Schaufeln werden von einem gemauerten Gehäuse dicht umschlossen. Die Zeichnung[5]) ist dem Herausgeber des Bessonschen Werkes leider nicht genau gelungen, wie ihm überhaupt nachgesagt werden muß, daß er für die technischen Dinge des Besson durchweg wenig Verständnis zeigte. Dennoch ist die tangentiale Anordnung der Schaufeln erkennbar. Sehr interessant ist die zugehörige Bemerkung: „Was diese Form von Mühlen betrifft, so sind sie, wenn sie auch vielen unbekannt sein mögen, doch an mehreren Orten und namentlich in Toulouse und anderwärts in einigen Dörfern, wo ich sie gesehen habe, in häufigem Gebrauch. Bei alledem hat unser Autor sie verbessert dadurch, daß die Flügel gerundet sind." Was der Herausgeber hier allerdings unter dem Gerundetsein versteht, ist nicht ersichtlich. Meint er die Anordnung in der Schraubenlinie oder die nach unten spitz zulaufende Rundung des ganzen Radkörpers?

Auch in dem zehn Jahre später als das Bessonsche Werk erschienenen italienischen Buch über Maschinen des Agostino Ramelli[6]) wird ein horizontales Wasserrad entworfen. Die Schaufeln sind gleich dem Leonardoschen Rad gekrümmt. Wahrscheinlich um einen höheren Effekt herauszubekommen, baut Ramelli das Rad so in einen Fluß ein, daß nur die offen gekrümmten Schaufeln von der Strömung angeschlagen werden, während die andere Hälfte der Beschaufelung in eine Mauerhöhle geschützt eingebettet liegt. Ein solches Rad konnte natürlich keinen guten Effekt geben. Das scheinen auch Zeising und Böckler, die bekannten deutschen Maschinenbauer, eingesehen zu haben, denn in ihren 1612 und 1661 erschienenen Werken wird dies Ramellische Wasserrad nicht abgebildet, obwohl sonst viele der Zeisingschen und Böcklerschen Entwürfe von Ramelli stammen.

1617 entwirft Verantius in seinem Maschinenbuch[7]) zwar wagerechte Wasserräder, doch sind diese stets mit Klappschaufeln ausgerüstet.

1618 gab Octavio de Strada ein Werk über Mühlen und Wasserkünste heraus, das sein im Jahre 1588 verstorbener Vater entworfen hatte. Das Werk erschien später noch einmal mit erläuterndem Text. Strada kennt drei Arten von wagerechten Wasserrädern[8]). Die erste Art zeigt radiale Beschaufelung; die zweite Art trägt löffelförmige Schaufeln, die direkt an der Welle sitzen; die dritte Art erinnert an das spätere Peltonrad, die löffelförmigen Schaufeln sitzen am Umfang eines Radkranzes.

Mit dem Anfang des 17. Jahrhunderts kann man die Vorgeschichte der Wasserturbine als abgeschlossen betrachten. Es dauert nun über hundert Jahre, bis Segner die erste Reaktionsturbine für die Praxis verwertbar macht. Inzwischen hat jedoch der italienische Ingenieur Branca, der auch ein wagerechtes Wasserrad mit Klappschaufeln erfand, eine genaue Darstellung einer Dampfturbine gegeben[9]). Wir sehen in der Abbildung 82 links oben einen Dampfkessel auf einer Feuerpfanne stehen, der Kessel hat die Form eines Menschenkopfes. Am Scheitel des Kopfes ist die Füllschraube sichtbar. Der erzeugte Dampfstrahl tritt durch ein Rohr gegen die Beschaufelung eines Turbinenrades E aus. Durch Zahnräder wird die Kraft dieses Rades mittels zweier Vorgelege auf eine Welle übertragen, an der Hebedaumen N, O sitzen. Diese Daumen betätigen das Stampfwerk einer Pulvermühle. Die Geschwindigkeit des Dampfrades ist von Branca richtigerweise sehr hoch geschätzt worden, denn die Zahnradübertragung seiner Maschinenanlage geht ins Langsame. Das Rad L wird etwa nur eine Umdrehung machen, wenn das Dampfrad E 150mal umgelaufen ist. Später finden sich derartige Dampfräder noch in vielen physikalischen Werken beschrieben.

Bernard Forrest de Bélidor sagt 1737, daß horizontale Wasserräder in der Provence und der Dauphiné damals gebräuchlich seien[10]).

Auch die Baschkiren hatten in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts horizontale Wasserräder an ihren Getreidemühlen, wie man in dem Werk „Merkwürdigkeiten verschiedener unbekannter Völker des russischen Reichs“ [11]) lesen kann.

Ob Johann Andreas von Segner in Göttingen das nach ihm benannte Reaktionswasserrad, die erste Reaktionsturbine, 1747 er-

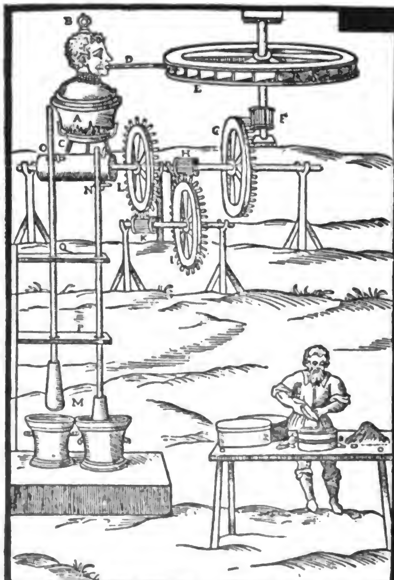


Abb. 82. Dampfturbine von Branca. 1629.

funden hat oder ob, wie Desaguliers sagt, der Engländer Barker diese Erfindung machte, ist heute noch nicht mit Sicherheit festgestellt. Barker nennt man 1745, Segner 1747. Die Beschreibung der Maschine des Letztgenannten findet man in den Hannöverischen Anzeigen 1750 und 1753.

Nun sei noch darauf hingewiesen, daß auch die erste Gasmaschine, die 1791 erfunden wurde, eine Turbine war: ein mit

Luft gemischter Strahl brennenden Gases strömte gegen ein Schaufelrad. Der Patentinhaber hieß John Barber.

Die großen Konstruktionen der Wasserturbinen folgten sich in den zwanziger und dreißiger Jahren des 19. Jahrhunderts schnell aufeinander. 1824 überreichte der Ingenieur M. Burdin aus Clermont-Ferrand der Pariser Akademie der Wissenschaften die erste Abhandlung, in der die Bezeichung „Turbine“ vorkommt. Zwei Jahre später führte sein Landsmann Jean Victor Poncelet das nach ihm benannte unterschlächtige Reaktionswasserrad mit gekrümmten Schaufeln, dessen Idee, wie wir sahen, schon alt ist, wieder ein[12]). Ein Jahr später konstruierte Benoît Fourneyron seine Reaktionsturbine, deren erste 1834 zu Invall bei Gisors aufgestellt wurde[13]). Deutschlands erste Fourneyron-Turbine kam 1834 oder 1835 in der Spinnerei von Krafft zu St. Blasien im Schwarzwald zur Aufstellung und lief dort bis 1865. Jetzt steht sie im Deutschen Museum in München. Ihre Leistung beträgt 40 Pferdekräfte bei 2300 Umdrehungen in der Minute, das Gefälle 108 Meter. 1837 erfand der damalige Oberbergrat und Fabrikant Anton Henschel die nach ihm benannte Turbine, konnte jedoch in Hessen kein Patent darauf erlangen. Die erste dieser Art kam 1841 in einer Steinschleiferei zu Holzminden zur Aufstellung[14]). Das Münchener Deutsche Museum besitzt viele Turbinen späterer Systeme, z. B. Schwamkrug, Zuppinger, Francis.

Um sehr hohe Wassergefälle auszunutzen, verwendet man die von dem Amerikaner Pelton im Jahre 1884 erfundene vertikale Turbine, das sogenannte Peltonrad. An ihrem Umfang befinden sich an Stelle der Radschaufeln kleine becherartige Gefäße, deren Form so gestaltet ist, daß das Druckwasser, das diese Schaufeln schnell durchläuft, während des ganzen Weges seine Kraft an das Rad abgibt. Im Jahre 1904 baute die Pelton-Water Wheel Company in San Franzisko ein derartiges Rad für das riesige Gefälle von 472 Meter. Bei 400 Umdrehungen in der Minute leistet diese größte aller Turbinen 7500 Pferdekraft[15]).

Meereskraftmaschinen[1]).

Es ist zweifellos, daß wir über kurz oder lang zur Ausnutzung der ungeheuren Wasserkräfte der Ebbe und Flut übergehen müssen. Schon deshalb, weil sich im Hochland, wo zahlreiche Wasserkräfte vorhanden sind, der elektrische Strom viel billiger erzeugen läßt, als in den Ebenen an der Meeresküste, wo man einzig und allein auf die Dampfkraft angewiesen ist, weil die Flußläufe ein zu geringes nutzbares Gefälle haben.

Man schreibt die Erfindung der Flutmühlen einigen Holländern zu, die zwischen 1635 und 1640 auf der dem heutigen Neuyork vorgelagerten Insel eine Niederlassung gründeten. Heute stehen dort die Stadt Brooklyn und andere Orte. Die Holländer fingen das in die Bäche und Buchten dringende Meerwasser der Flut hinter künstlichen Dämmen ab, indem sie im Augenblick der Ebbe ein Wehr herunterließen und dann das Wasser auf Mühlräder leiteten, von wo aus es wieder ins Meer zurücklief.

Bei Durchsicht einer in der Königlichen Hof- und Staatsbibliothek in München befindlichen Bilderhandschrift des italienischen Ingenieurs Jacopo Mariano aus Siena fand ich die hier (Abb. 83) wiedergegebene Darstellung einer Kraftanlage zur Ausnutzung von Ebbe und Flut, die mindestens vom Jahre 1438 stammt[2]). Wir sehen unten auf dem Bilde das Meer mit einer kleinen Insel darin, über der (rechts) das Wort „Mare“, d. h. „Meer“, geschrieben steht. Von dieser Stelle aus strömt das Wasser mit der Flut durch das rechts sichtbare Wassertor, neben welchem das Wort „Introitus“, d. h. „Einlauf“, geschrieben steht. Das Wassertor kann, wie wir sehen, mittels der darauf angebrachten Winde durch einen Schützen geschlossen werden, und zwar müßte das geschehen, sobald die Ebbe eintritt. Dann wäre also der oben auf dem Bilde sichtbare Binnensee, in welchem das Wort „Stagnum“, d. h. „Teich“, eingeschrieben ist, gefüllt. Während der Zeit der Ebbe wird mit dem Wasser des Teiches gemahlen, indem man den linken Schützen, der durch das Wort „Exitus“, d. h. „Ausfluß“, kenntlich ist, öffnet. Zwischen dieser Schützenanlage und dem Meere müßte die Mühle angebracht werden. Der Verfasser der Handschrift hat das durch die beiden Aufschriften „hic molendum“ und „molendinum“ kenntlich gemacht; hier soll also gemahlen werden, hier soll die Mühle stehen. Rechts auf dem Blatt lautet eine lateinische Inschrift in zwei

Zeilen: „Per sex horas crescit et per sex horas decrescit intra diem et noctem.“ Das heißt: „Während sechs Stunden steigt und während sechs Stunden fällt bei Tag und bei Nacht (das Wasser).“ Weitere schriftliche Nachrichten sind in der Handschrift über eine Ebbe- und Flutmaschine nicht zu finden. Doch aus der Zeichnung und den wenigen Erläuterungen geht die Anordnung der Anlage klar hervor.

Im Jahre 1713 legte der Zimmermeister Perse in Dünkirchen eine große Flutmühle an, die sowohl auf die Verwertung des Ebbe-

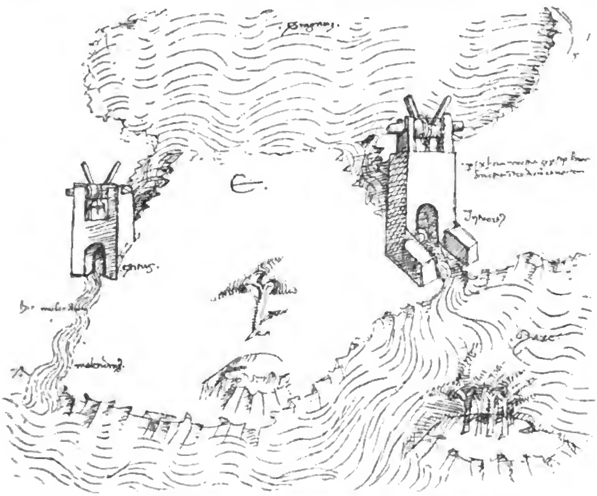


Abb. 83. Ebbe- und Flutmühle von Mariano. 1438.

als auch des Flutstroms eingerichtet war. Bélidor beschrieb diese Maschine 1737 in seinem Werk über die Wasserbauten[3]) und erwähnte bei dieser Gelegenheit ausdrücklich, daß die Dünkirchener Anlage noch im Betriebe sei. Im wesentlichen stimmt der fast 200jährige Entwurf Perses mit einer Anlage überein, die Baurat Bubendey vor einiger Zeit im Hamburger Ingenieurverein erläuterte. Bubendey will ein Bassin von 200 000 Quadratmeter Fläche anlegen. Es wird zur Zeit des tiefsten Wasserstandes durch Schützen entleert und dann abgeschlossen. Sobald der äußere Wasserspiegel sich um 1,5 Meter gehoben hat, läßt man das Wasser unter Inbetrieb-

setzung der Turbinen zuströmen, und zwar so, daß das Wasser im Bassin ungefähr ebenso schnell steigt, wie der äußere Wasserspiegel. Dicht vor Eintritt des höchsten äußeren Wasserstandes werden alle Schützen geöffnet, so daß sich das Bassin, ohne daß dabei Arbeit gewonnen würde, rasch füllt. Nachdem es geschehen ist, folgt eine Ruhezeit, bis sich der äußere Wasserspiegel um etwa 1,5 Meter gesenkt hat, worauf der Wasserinhalt des Bassins wieder durch Abfließen arbeitet, bis sein Niveau auf etwa 1 Meter über den niedrigsten äußeren Wasserstand gefallen ist, bei welchem Punkte man das Becken durch sämtliche Schützen leerlaufen läßt, um das Spiel von neuem beginnen zu lassen. Zwei Gezeiten, die fast 25 Stunden umfassen, enthalten demnach vier Arbeitsperioden von etwa $3^1/_4$ Stunden und vier Ruheperioden von etwa $2^3/_4$ Stunden. Unter Annahme einer Fluthöhe von 2,8 Meter, wie sie für Cuxhaven gilt, ergibt die Anlage mittels Akkumulatoren eine Tagesleistung von etwa 150 Pferdekräften, wobei alle ungünstigen Faktoren in Rechnung erzogen sind. Es ist jedoch ohne weiteres ersichtlich, daß eine Rentabilität bei einer solchen Anlage vollkommen ausgeschlossen ist, sobald die für das Bassin erforderliche Fläche angekauft werden muß. Die Variationen der Gezeiten und die Geländeverhältnisse der deutschen Marschen würden eine Erdaushebung von 600 000 Kubikmeter erfordern, die mit dem Grundstück zusammen allein schon auf etwa 800 000 Mark zu veranschlagen wäre. Es ist daher nur dann möglich, in praktischer Weise Arbeit zu gewinnen, wenn kostenlos große Flächen zur Verfügung stehen und keine zu umfangreichen Erdarbeiten auszuführen sind.

Auf eine andere Weise hat der jetzt durch seine Flugversuche so berühmt gewordene Amerikaner Orville Wright die dem Meere innewohnende Kraft ausgenutzt. Er legte 1902 an der kalifornischen Küste nach längeren Versuchen eine Maschine an, die den wechselnden Wellenschlag in mechanische Arbeit umsetzte. Die Leistung der Maschine beträgt etwa 9 Pferdekraft. Im wesentlichen bestehen die Wellenkraftmaschinen aus großen leeren Tonnen, die an langen, starken Hebeln auf der Meeresoberfläche schwimmen und vom Wellenschlag auf und ab gehoben werden. Von den Hebeln aus wird die Bewegung auf eine Welle übertragen, mit welcher eine Dynamomaschine zur Erzeugung elektrischen Stromes verbunden ist. Der Strom der Dynamomaschine wird in eine Akkumulatorenbatterie aufgespeichert und kann von hier zu beliebigen Zwecken benutzt werden.

Übrigens sind diese Wellenkraftmaschinen ebensowenig eine neue Erfindung, wie die Ebbe- und Flutmaschinen, denn unter den alten englischen Patentschriften des 17. Jahrhunderts findet man unter Nummer 315 ein Patent eines gewissen I. Hardley vom Jahre 1693 auf eine Maschine „zur Gewinnung motorischer Kraft durch Ausnutzung der Bewegungen der Brandung". Neuerdings werden solche Wellenmaschinen an verschiedenen Orten dazu benutzt, um

das elektrische Licht für Leuchtbojen zu erzeugen, die weit vom Ufer entfernt im Meere verankert liegen. Auch werden durch die Kraft der Brandung Glockenbojen selbsttätig geläutet. Besonders an der dänischen Küste finden solche vielfach Anwendung. Rings um die Glocke herum liegen in besonderen Führungshülsen drei schwere Stahlkugeln von 8 bis 10 Zentimeter Durchmesser. Sobald die Glocke mit der Boje die geringste Bewegung macht, kommt mindestens eine der drei Kugeln ins Rollen und schlägt gegen den Glockenrand an. Auf diese Weise wird auch bei der geringsten Bewegung der See die Boje fortwährend geläutet, um den Schiffer vor der Untiefe zu warnen, auf welcher die Boje verankert liegt.

Daß sich aus dem Spiel der Meereswellen eine ungeheure Kraft nutzbar machen ließe, hat der französische Ingenieur Coiseau 1907 beobachtet. Zu Bilbao ermittelte er die Stoßkraft der Meereswellen auf senkrecht stehende Flächen und fand dabei, daß eine 8 bis 9 Meter hohe Welle eine freistehende 4 Meter starke und 3 Meter hohe Schutzmauer aus Beton mit einem Ruck glatt umwarf. Zu dieser Arbeit war eine Kraft erforderlich, die etwa einer Leistung von 160 Pferdekraft entsprach. Nach neueren Ermittelungen von Thomas Stevenson sind bei der Berechnung der Standsicherheit von Seebauten für die Nordsee etwa 15000 und für die Ostsee 10000 Kilogrammeter Wellendruck anzunehmen, während an den Ozeanküsten Frankreichs 15000 bis 18000 kg Druck auf den Quadratmeter beobachtet worden sind.

Windmühlen.

Die Windmühlen sind höchstwahrscheinlich eine Erfindung der Deutschen. Es hat zwar schon im Altertum Windräder gegeben[1]), doch ist nirgendwo eine Nachricht bekannt, daß man solche Maschinen zum Mahlen des Getreides verwendet habe. Einerseits waren die Arbeitskräfte der Mägde, denen das Mahlen des Getreides oblag, im Altertum sehr billig, andrerseits wäre man damals nicht imstande gewesen, solche Windräder genügend groß zu erbauen.



Abb. 84. Windrad von etwa 1390. Nach einem Teppich im German. Museum in Nürnberg gezeichnet vom Verfasser.

Die erste Nachricht von einer Windmühle haben wir aus dem Jahre 833 aus Niedersachsen. Sie wird unter dem lateinischen Namen „molendinum ventricium" in einem Vertrag erwähnt[2]).

Aus dem Jahre 1105 findet man eine Nachricht von einer französischen Windmühle. Graf Guillaume de Mortin gab dem Abt Vitalius von Sevigni das Vorrecht, Windmühlen, die in dem lateinischen Text der Urkunde „molendina ad ventum" genannt werden, für die Benediktiner zu bauen[3]).

In England waren Windmühlen lange vor dem Jahre 1323 bekannt, denn es wird in diesem Jahre erwähnt, daß ein Wald in Northamptonshire, in dem im Jahne 1143 ein Kloster angelegt worden war, nun gänzlich gelichtet sei, weil man in der ganzen Nachbarschaft Häuser, Wind- und Wassermühlen aus den Stämmen des Waldes erbaut habe.[4])

In Italien schlug ein gewisser Bartolomeo Verde den Venetianern 1332 vor, Windmühlen anzulegen, die er behalten sollte, wenn ihm sein Unternehmen innerhalb einer bestimmten Zeit glücken würde.[5])

In Holland, wo die Windräder heute noch die Mädchen für alles sind, wurde die erste im Jahre 1341 vom Bischof von Utrecht für das Kloster Windsheim bei Zwoll privilegiert. Aus den vielen vorhergehenden Daten sehen wir, daß Holland nicht, wie man gemeinhin annimmt, die Heimat der Windmühlen ist. Ja, wir werden sehen, daß auch die Bezeichnung „Holländer Mühle“ historisch nicht zutreffend ist. Über die Konstruktion der bisher aufgeführten Windmühlen wissen wir nichts. Es ist aber mit Sicherheit anzunehmen, daß es sich um Windmühlen handelt, deren Windräder nach einem, dem hauptsächlich wehenden Wind feststehend gerichtet waren. Es ist das technisch die einfachste Anordnung, und da wir aus späterer Zeit noch Abbildungen von solchen Windmühlen besitzen, so können wir das Vorhandensein solcher einfachen Mühlen ja auch beweisen. (Abb. 84 und 85.)

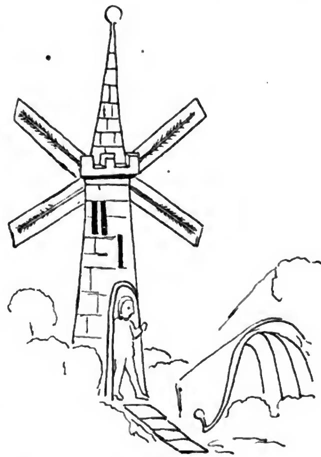


Abb. 85. Windmühle von etwa 1400.

Wahrscheinlich finden sich in älteren illustrierten handschriftlichen Büchern noch Abbildungen von Windmühlen, doch bis jetzt ist mir noch keine Darstellung einer Windmühle bekannt geworden, die vor das Jahr 1390 zurückreicht. Aus dieser Zeit besitzt das Germanische Nationalmuseum in Nürnberg einen großen Wandteppich mit eingewirkten Bildern, in dessen linker oberer Ecke man ein großes Windrad am Turme einer Burg sieht (Abb. 84). Es scheint also, daß man damals, wenn auch nur vereinzelt, auf Ritterburgen Windmühlen benutzte, um Getreide zu mahlen oder — was der Zeitgeschichte nach möglich wäre — um Schießpulver zu mahlen. Auch könnte man an eine Wasserhaltung denken, wenn es den örtlichen Verhältnissen nach nicht möglich gewesen wäre, Wasser aus einem Brunnen zu beschaffen.

Im Jahre 1392 kam die erste Windmühle nach Spanien, und im folgenden Jahre, als die Stadt Speyer eine Windmühle anlegte, ließ man einen Müller dazu aus den Niederlanden kommen [6]).

Ums Jahr 1400 entstand eine jetzt im Germanischen Nationalmuseum in Nürnberg befindliche Bilderhandschrift [7]) über das Backen der Juden. Auf das Titelblatt dieser Handschrift ist eine Wind-

mühle gezeichnet, wie sie Abbildung 85 wiedergibt. Wir sehen den Mühlenbau einschließlich des Daches aus Steinen aufgemauert. Es handelt sich also wieder um eine Windmühle für nur eine Windrichtung.

Über die inneren Einrichtungen der Windmühlen gibt uns eine Handschrift Aufschluß, die der unbekannte Ingenieur zur Zeit der

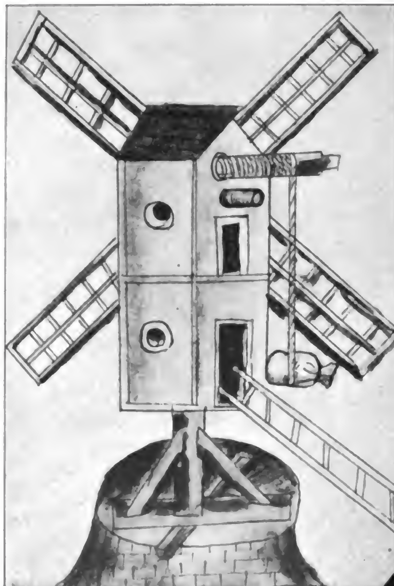


Abb. 86. Windmühle mit drehbarem Dach. 1430.

Hussitenkriege, ums Jahr 1430, niederschrieb. Diese Bilderhandschrift bildet heute den ersten Teil einer lateinischen Handschrift der Hof- und Staatsbibliothek in München[8]). Es werden dort drei Abbildungen von Windmühlen gegeben, und zwar stellt die eine die äußere Ansicht einer Bockwindmühle, einer sogenannten deutschen Windmühle (Abb. 86) dar. Sehr auffallend für die Technik der damaligen Zeit ist der Sackaufzug, der wohl mittels einer

Kuppelung in Tätigkeit trat. Eine zweite Abbildung stellt die Inneneinrichtungen von Windmühlen dar und eine dritte Darstellung zeigt eine kleine Windmühle mit einfachem Winkelrädervorgelege, und man erkennt an ihr auch den Balken, um die Mühle nach dem Winde zu stellen.

Eine auf ihrem Untergestell drehbare Mühle kann weder feuerfest noch groß gebaut werden. Man kam deshalb auf den Gedanken, das Mühlenhaus massiv zu errichten und die Achse der Flügel in das drehbare Dach zu verlegen. Es ist dies die sogenannte „holländische" Windmühlenart; doch nicht aus Holland, wo sie 1550 erfunden sein soll, haben wir die erste Nachricht von ihr, sondern aus Italien. Leonardo da Vinci zeichnet nämlich eine Mühle mit drehbarem Dach samt den zugehörigen Einzelheiten der Bewegungsvorrichtung für das Dach in sein zwischen 1497 und 1502 entstandenes Manuskript.[9]) Bei der Skizze der Windmühle ist nichts vermerkt. Dagegen steht bei der Bewegungsvorrichtung des Daches die Bemerkung: „Das Dach ruht auf dem Rade." Aus der Skizze ist erkenntlich, daß aus der Oberfläche des Mauerwerks eine kreisrund gebogene Schiene ragt, worauf das Dach auf Rollen läuft, und daß zwischen den konzentrischen Holzringen, worin die Achsen dieser Rollen lagern, leiterartige Sprossen eingesetzt sind. Nahe dem oberen Mauerrande ist ein nach innen gerichteter horizontaler Zapfen befestigt und dient einem losen Hebel als Stützpunkt, der mit seinem oberen Ende in die genannten Sprossen greift. Es bedarf keiner weiteren Erklärung, wie ein Arbeiter vermittels dieses losen Hebels das Dach der Windmühle drehen kann. Den Antrieb zwischen Mühlstein und Windradachse zeigt eine besondere Skizze Leonardos. Bei dieser Windmühle ist die halbkreisförmige Backenbremse zum Anhalten des Windrades beachtenswert.

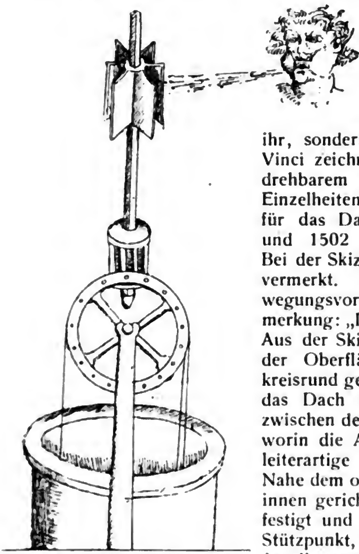


Abb. 87. Kleine Windturbine von Mariano, 1438.

Jacopo Mariano entwirft[10]) 1438 eine primitive Windturbine (Abb. 87) für einen Ziehbrunnen. In dem Werke von Walter Ryff findet man 1567 außer der Darstellung einer Bockwindmühle eine brauchbare Windturbine (Abb. 88 a)[11]): „Die Flügel des Windrades

bestehen hier aus einem in viele Felder eingeteilten Rahmenwerk. Auf den Feldern sind Ventilklappen angebracht, welche sich alle nach ein und derselben Seite hin öffnen. Auf der einen Seite des Rades werden sie durch den Winddruck geschlossen, und dieser wirkt auf die ganze Fläche des Flügels; dreht sich aber das Rad infolgedessen um und kommt der Flügel auf die andere Seite des Rades, so werden die Klappen in demselben durch den Winddruck geöffnet, und dieser wirkt nur auf den kleinsten Teil der Flügelfläche[12])". Bei genauer Betrachtung des Bildchens fällt es auf, daß im ersten Stockwerk der Mühle ein Pferd oder ein Esel zu sehen ist. Die Mühle muß also sehr praktisch gebaut gewesen sein, so daß die Lasttiere das Getreide bis in den ersten Stock tragen konnten, wo es sogleich auf die Mühlsteine geschüttet wurde.

Daß die sogenannte holländische Mühle von einem Flanderer um 1550 erfunden worden sei, sagt erst le Long im Jahre 1727.[13]) Es wird sich also nicht um die Erfindung, sondern um eine möglichst ausgebreitete Verwertung dieser Art Windmühlen gehandelt haben. Daß sich neben den Bockwindmühlen, holländischen Windmühlen und Windturbinen noch die alten Mühlen für nur einen Wind lange erhalten haben, beweist eine Abbildung von 1556 bei dem berühmten Maschinenbauer Agricola.

Im 16. Jahrhundert sehen wir die Bockwindmühlen schematisch dargestellt von Cardano[14]) und Windmühlen mit drehbarem Dach 1580 in dem Maschinenbuch des Jacob de Strada. Letzteres Werk wurde allerdings erst nach dem Tode des Verfassers gedruckt, und zwar durch seinen Enkel Octavius de Strada. Die erste Ausgabe erschien 1618, die zweite 1629. Dort findet man einen Mahlgang und ein Becherwerk, die gleichzeitig von einer Windmühle mit drehbarem Dach getrieben werden. 1588 erschien das Maschinenbuch des Italieners Ramelli zu Paris. Auf dessen hervorragend schönen Kupfertafeln findet man Windmühlen mit drehbarem Dach und eine Bockwind-Mühle von vorzüglicher Konstruktion.

In dem 1578, neun Jahre nach seinem Tod, erschienenen Werk von Jacques Besson sieht man ein Schöpfeimerwerk, das durch ein horizontales Windrad betrieben wird. Die Flügel desselben bestehen aus drei aufeinander angeordneten Armkreuzen, deren senkrecht übereinander stehende gekrümmte Arme mit Segeltuch überspannt sind. Die eine Hälfte des Radumfanges ist durch die Mauer des runden Turmes, in dem das Windrad aufgestellt ist, gegen den Wind geschützt, während die andere Hälfte offen ist, indem hier das Turmdach nur durch einige dünne Säulen gestützt ist. Aus der Zeichnung ist ersichtlich, daß die Windflügel auf der offenen Turmseite dem Winde die konkave Seite zukehren sollen, und es darf daraus geschlossen werden, daß man zu Bessons Zeit schon wußte, daß der Wind auf eine solche Fläche stärker drückt als auf eine gleich große konvexe Fläche. Da aber die den halben Radumfang

bedeckende Mauer nicht verstellbar ist, so ist die hier in Rede stehende Anordnung nur für eine bestimmte Windrichtung geeignet.

Es darf hier nicht unerwähnt bleiben, daß in dem satirischen Ritterroman „El ingenioso hidalgo Don Quijote de la Mancha“ von Cervantes Saavedra die Windmühlen als Symbol des dem erstarrten Rittertum feindlichen Fortschritts eine heitere Rolle spielen. Verfaßt wurde der Roman 1604. An einer Stelle sagt Don Quijote zu seinem Diener: „Hier, Sancho Pansa, können wir die Hände bis an die Ellenbogen in das tauchen, was man Abenteuer nennt. . . . Das Glück führt unsere Sachen besser, als wir nur wünschen konnten, dort zeigen sich dreißig oder noch mehr ungeheure Riesen, mit denen ich eine Schlacht zu halten und ihnen allen das Leben zu nehmen gesonnen bin. Mit ihrer Beute wollen wir den Anfang unseres Reichtums machen. Denn es ist ein edler Krieg und ein wahrer Gottesdienst, diesen schnöden Samen von dem Angesicht der Erde zu vertilgen.“

„Seht doch hin, gnädiger Herr,“ antwortete Sancho, „das, was dort steht, sind keine Riesen, sondern Windmühlen.“ — — —

Doch der tapfere Ritter legt die Lanze ein und rennt gegen einen seiner „Feinde“. Denn die Feinde des morschen, aber dünkelhaften Ritterstandes waren alle Arten des Fortschritts, ganz besonders die neuen Feuerwaffen und Maschinen. Und als der Held von einem Schlage der Flügel getroffen samt Roß neben der Mühle am Boden liegt, glaubt er da an die Macht der neuen Kultur? Hört er nun auf die Ermahnungen seines Dieners?

„Sei ruhig, Freund Sancho,“ meint Don Quijote, „denn das Kriegsglück ist mehr als irgend etwas anderes dem Wechsel ausgesetzt. Dazu glaube ich noch, und es ist auch gewiß wahr, daß eben der weise Zauberer, der mir meine Bücher geraubt, auch diese Riesen in Mühlen verwandelt hat, um mir den Ruhm ihrer Besiegung zu entziehen. So groß ist die Feindschaft, die er gegen mich hegt; aber endlich, endlich werden doch seine bösen Künste nichts gegen die Güte meines Schwertes vermögen.“

„Gott füge es, wie er mag,“ antwortete Sancho Pansa. — —

Eingehend beschäftigt sich mit wagerecht umlaufenden Windrädern der Italiener Faustus Verantius in seinem ums Jahr 1617 erschienenen Buch über neue Maschinen.[15]) Verantius sagt: „Die Maschinen, die vom Winde getriebene Mühlen bewegen, haben, wie sie jetzt im Gebrauch sind, alle dieselbe Form, sind aber nicht bequem, weil sie den Wellbaum in der Horizontalebene haben und dieser je nach der Veränderung des Windes oft hin und her gewendet werden muß. Dies erfordert, daß das ganze Mühlwerk beweglich ist und sich dreht, und daß es sich auf eine einzige Spindel stützt, von der es aufrecht erhalten wird. Deshalb setzt man die Mühlsteine in den oberen Teil dieser Mühle, das heißt an einen Ort, welcher der Natur derselben nicht entspricht. Wir aber haben einen Weg gefunden, daß unsere Mühlen fest stehen

bleiben und dennoch der Wind, woher er auch komme, sich ihnen günstig erweise, so daß es keiner besonderen Mühe bedarf, ihn aufzufangen. Zu diesem Zweck haben sie einen senkrechten Wellbaum, die Flügel oder Arme aber sind so eingerichtet, daß sie den Wind auf der einen Seite auffangen, auf der andern aber leer vorbeigehen lassen."

Diesen Worten nach scheint es, als ob Verantius wiederum selbständig auf die Idee einer Windturbine gekommen sei. Als besondere Vorteile dieser Windräder führt Verantius noch an: „Außerdem haben unsere Mühlen die Eigentümlichkeit, daß, obwohl das Windrad sich auf der höchsten Spitze des Turmes umdreht, sie selbst sich doch in dem untersten Teile desselben befinden, und zwar können es ihrer mehr oder weniger sein, je nachdem der Wind stark ist. Von derartigen Maschinen wirst du hier mehrere verschiedene Arten sehen:

1. Mühlen, die durch Segel getrieben werden (Abb. 88b), haben einen senkrechten Wellbaum, an dem zwei Segelstangen quer befestigt sind. Sie tragen an ihren äußersten Enden Rahmen, worin Segel ausgespannt sind. Die Rahmen sind so in Angeln aufgehängt, daß sie sich darin drehen und sich auf einer Seite des Wellbaumes dem Winde widersetzen, auf der andern Seite aber dem Winde ausweichen.

2. Mühlen mit dreikantigen Flügeln (Abb. 88c) haben ebenfalls einen stehenden Wellbaum, woran vier Arme kreuzweise befestigt sind. Jeder derselben trägt einen Flügel aus Brettern, die ins Dreieck gestellt sind, so daß sie auf der einen Seite dem Winde die Schärfe des Windes darbieten, damit er, ohne zu wirken, darüber hin fährt. Auf der anderen Seite aber stehen die Bretter offen, um den Wind aufnehmen zu können".

3. Mühlen mit beweglichen Flügeln. Nach dieser Art werden zwei Ausführungen von Verantius angegeben. Bei der einen hängen die Flügelklappen (Abb. 88d), bei der andern stehen sie (Abb. 88e). Letztere Art ist wohl nicht sehr wirkungsvoll, da der Wind die einzelnen Klappen erst hochblasen muß, ehe er an ihnen angreifen kann.

4. Mühlen mit beweglichem Dach (Abb. 88f) werden in einem Turm von dessen Dach umgetrieben, das durch mehrere Flügel geteilt ist. Diese sind zwischen zwei Böden eingeschlossen und so gekrümmt, daß deren eine Seite den Wind auffängt, während die andere ihn entweichen läßt. — Diese Ausführung von Verantius zeigt die heute unter dem Namen „Panemoren" bekannten Windräder, die also weit älter sind, als man bisher annahm.

5. Mühlen in viereckigem Turm (Abb. 88g) drehen sich um eine mitten in dem Turm aufrecht stehende Welle, welche vier oder mehr aus Brettern hergestellte Flügel hat. Diese werden vom Winde, der durch die Fenster des Turmes eintritt, getrieben. Die Fenster stehen paarweise einander gegenüber, so daß der Wind

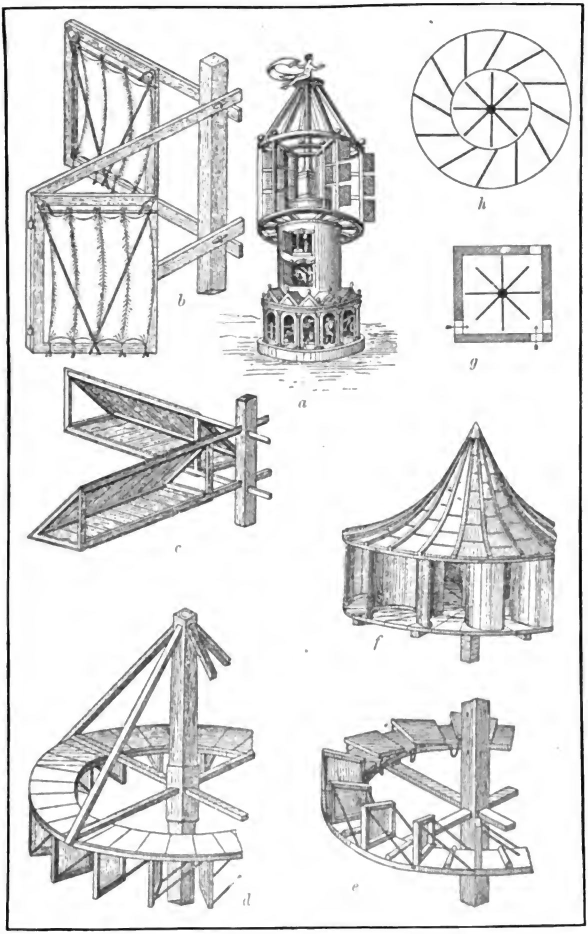


Abb. 88. Windturbinen a von 1567, b—h von 1617.

durch das eine ein- und durch das andere austritt. Die andern beiden Fenster werden verschlossen, damit der Wind mit um so größerer Gewalt durch die geöffneten strömt. In der Abbildung sind nur zwei Paar Fenster angegeben, durch welche bei zwei aufeinander senkrechten Windrichtungen Linksdrehung des Rades bewirkt wird. Soll bei den entgegengesetzten Windrichtungen ebenfalls Linksdrehung des Rades erfolgen können, so müssen noch zwei Paar Fenster angebracht werden, so daß dann an jede Turmecke deren zwei kommen, wie sie jetzt nur an einer Ecke zu sehen sind.

6. Mühlen in einem runden Turm (Abb. 88h) werden in derselben Art angeordnet wie in den vorhergehenden Türmen, aber dieser Turm ist rund und sein oberer Teil, wo der Wellbaum seine Flügel hat, nach allen Seiten hin ganz offen, jedoch durch schräge Wände (Leitschaufeln!) in Fenster geteilt, damit der Wind nicht in senkrechter Richtung, sondern schief in den Turm eintritt und so die Flügel bewegt und antreibt. Diese Maschine hat die Eigentümlichkeit, daß, wenn alle Winde gleichzeitig in sie eintreten könnten, daraus keinerlei Hindernis, sondern vielmehr ein Vorteil entstehen würde.

Daß man die von Verantius so vielseitig beschriebene Windturbine damals auch praktisch anwendete, ersehen wir aus einem großen Kupferstich, der die Beschießung der Festung Hohentwiel im Dreißigjährigen Kriege darstellt. Abbildung 89 gibt einen vergrößerten Ausschnitt aus dem Kupferstich, so daß die Windturbine möglichst gut zu erkennen ist. Auf dem Hohentwiel war man bei einer strengen Belagerung darauf angewiesen, für die Besatzung Getreide zu mahlen. Wir erkennen auf dem Bilde zunächst eine kleine gewöhnliche Windmühle. Da diese aber zu sehr vom Winde abhängig war, errichtete man eine große Windturbine. Es wird unter dem Kupferstich bemerkt, daß diese durch ein kleines Kreuz bezeichnete „Windmuhl“ 17 Flügel habe.

Im Jahre 1648 machte der niederländische Ingenieur Leegwater den Vorschlag, 160 große Windmühlen aufzustellen, um das seit Jahrhunderten immer mehr in das Land vordringende Haarlemer Meer, das damals bereits 142 Quadratkilometer groß war, auszupumpen. Im Jahre 1740 sollten sogar 112 Windmühlenpumpwerke dazu verwendet werden, doch erst der Dampfkraft blieb es vorbehalten, dem Meere dort seine Herrschaft über das Land wieder zu entreißen.

Zu Sanssouci bei Potsdam steht noch eine Windmühle, an die sich eine Erzählung von der Gerechtigkeitsliebe Friedrichs des Großen knüpft. In der Tat verhielt sich die Sache folgendermaßen. Das Recht, nahe den königlichen Gärten eine Windmühle zu erbauen, hatte der Müller Grävenitz im Jahre 1736 erworben. Mit den wachsenden Anlagen der Gärten von Sanssouci mehrten sich die Klagen des Müllers über Windentziehung und Gefährdung seines Besitzes durch erhebliche Bodenabtragungen hart am Mühlenhügel.

Der König erkannte die Beschwerden an und baute die den Hügel schützende Felsmauer. Der Besitzer wechselte. Die Mühle verwahrloste nun aber derartig, daß sie Friedrich, dem sie als Landschaftsschmuck gefiel, auf eigene Kosten wiederherstellen ließ. 1839 kaufte sie der Müller Waldsleben, der sie nach einigen Jahren an Friedrich Wilhelm IV. verkaufte. Dieser gab sie dem Müller Meyer als Lehen, dem er 1847 das jetzige Müllerhaus mit Terrasse und Freitreppe baute. Das Lehensverhältnis wurde später gelöst

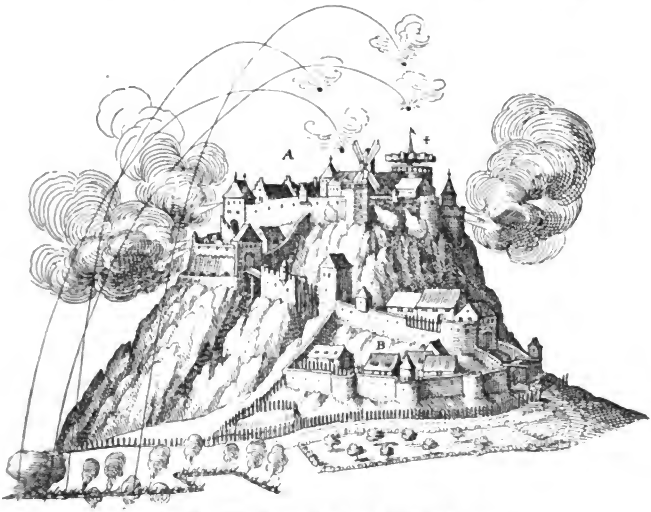


Abb. 89. Windturbine auf dem Hohentwiel, 1641.
Kupferstich im Germ. Museum, Nürnberg.

und der Müller mit 4000 Taler abgefunden. Seitdem befindet sich die Mühle in königlichem Besitz und außer Betrieb. Durch diese tatsächliche Darstellung der Geschichte der Mühle verliert die letztere übrigens nichts von dem romantischen Reiz, der sie umspinnt, und wer immer die herrliche Schöpfung Friedrichs des Großen besucht, versenkt sich gern in die Vergangenheit beim Anblick des alten Wahrzeichens, der historischen Mühle von Sanssouci[16]).

Bis zum Jahre 1738 hatte man die Windmühlen aller Art nur auf Grund handwerksmäßiger Erfahrungen gebaut. Erst jetzt erschien von Daniel Bernoulli eine Theorie der Windräder, auf Grund deren

der Engländer John Smeaton eingehende Versuche über die Leistungen der verschiedenen Formen und Größen von Windrädern anstellte, die zu einer einheitlichen Lehre über den Bau der Windräder führten.

Im Jahre 1772 nahm der Schotte Andrew Meikle in Tyrringham die Versuche wieder auf, Windräder mit Klappen zu bauen, die durch den Wind geöffnet und durch Federkraft wieder geschlossen wurden. Er kam damit also wieder auf die Versuche von Verantius zurück. Der erste aber, der die alte Windturbine, wie wir sie in unseren Abbildungen sahen, allgemein bekannt machte, war George Medhurst in Clerkenwall im Jahre 1799. 1876 wurde diese sternförmige Windradkonstruktion durch den Amerikaner Halladay auf der Weltausstellung zu Philadelphia wieder aufgebracht. Seitdem sind die kleinen Windturbinen oder amerikanischen Windräder eine beliebte Kraftquelle in Gärtnereien oder Parkanlagen, aber auch in landwirtschaftlichen Betrieben, um Wasser zu pumpen oder andere kleine Maschinen in Bewegung zu setzen.

Eine eigenartige Anwendung von der Windkraft wurde seit dem Mittelalter gemacht, um Wagen fortzubewegen. Wir werden im Kapitel über die alten Kraftwagen noch davon hören.

Wir müssen uns bei dem Abschnitt über Luftschiffahrt auch wieder an die Windräder erinnern; sind doch die Schrauben unserer Luftfahrzeuge durch Umkehrung des Prinzips der Windkrafträder entstanden.

Perpetua mobilia[1]).

An dem Tage, da der Mensch zum ersten Male die Natur überlistete, begann die Kultur. Als es Nacht wurde, zündete er ein Holzscheit an, und als der Gewitterregen niederging, baute er eine Hütte und verkroch sich darunter. Und er bändigte ein Pferd und zwang es zur Arbeit. Weil das Pferd ihm aber den Hafer wegfraß, so ersann er die Mühle, die der Sturzbach drehen mußte.

Als der Bach im dürren Sommer trocken lag, wünschte der immer grübelnde Mensch das viele Wasser der Frühlingstage zurück, das so nutzlos in Überfülle vorbeigeronnen war. War es ihm doch gelungen, den ungestümen Bach zur Arbeit am Rade zu zwingen; nun lag es wieder so leblos wie einst im Winter, als dickes Eis darübergewachsen! Sollte das Rad seinem Willen nicht gehorchen, auch ohne Wasser? —

Da kam ihm ein rettender Gedanke: einen schweren Stein legte er oben ins Rad, und siehe, ohne einen Tropfen Wasser gehorchte es seinem Willen und drehte sich. Freudig trug er immer neue Steine ins Rad, bis er ermüdet Feierabend machen mußte. Da sann er seinem neuen Werke nach, und je mehr er sann, um so mißmutiger wurde er, denn er sah ein, daß er seines trägen Rades Knecht geworden. Das duldete sein stolzer Herrschersinn nicht.

Er, dem die Natur diente, durfte nicht länger einer starren Maschine Lastträger sein. Mochte sie sich ihre Steine doch selbst emporheben!

Und er sann wieder nach, grübelte, überlegte und plante, um diese Maschine zu finden, die sich auch nur ein klein wenig ihre eigene Kraft zuführen könne. Und jahrhundertelang verfolgen diesen einfachen Gedanken seine ruhelosen Nachkommen, haschen so auf allerlei listige Art nach einem Stückchen Naturkraft, das sie sich nicht verdienen wollten. Daß die Natur ihnen keine Kraft aus dem Nichts heraus geben kann, das sehen sie nicht ein, diese Kleinen! Natur bleibt wahr, immer und ewig. Sie kennt keine List und läßt sich darum nicht überlisten. Ehemals nicht und heute nicht und nie. Und wenn auch des Menschen Wissenschaft in all die Geheimnisse der Natur gedrungen sein wird, wenn seine Technik die Verrichtungen jeder Art verfeinert und vervielfältigt haben wird,

auch dann wird keine Methode, keine Maschine gefunden worden sein, die den Kräften der Natur auch nur ein Atom abzugewinnen imstande wäre, wenn nicht der Gegenwert dafür vorher vollgültig entrichtet worden ist.

Das Verlangen der Menschen, eine immerwährende Kraft aus dem Nichts heraus zu erzeugen, ist unsinnig. Die Geheimnisse der Natur liegen tiefer, als bis wohin der Tag leuchtet, sie offenbaren sich nur dem Geiste, der mit der Natur eins ist, dem Genie. Der Genius des Menschen aber wird nie Unsinniges von der Natur verlangen. Darum gehört die ganze Geschichte des Problems vom Perpetuum mobile in die Geschichte der menschlichen Narrheit, nicht zur Geschichte der Naturwissenschaften. „Je vollständiger aber des Irrtums Bahnen durchlaufen sind, desto sicherer werden sie auch zurückgemessen und dienen dann nur als Wegweiser auf den rechten Weg." Möchte darum jeder, der noch heute an das Perpetuum mobile glaubt, aus seiner langen Geschichte ersehen, daß, obwohl kein Mittel unversucht geblieben, doch alle Konstrukteure ihr Ziel nicht zu erreichen vermochten.

Die erste Nachricht von einer immerbewegenden Maschine finden wir zur Zeit des heiligen Ludwig. Damals bereiste der Ingenieur Wilars weite Länder, um Neues zu sehen und daraus zu lernen. Was ihm beachtenswert erschien, legte er in einem Skizzenbuch nieder, aus dem wir noch 33 Blätter in der Pariser Nationalbibliothek besitzen [2]). Sein Interesse war hauptsächlich dem gotischen Kirchenbau zugewandt, darum verwundert es uns heute, bei ihm am Anfang seiner Aufzeichnungen den Entwurf zu einem Perpetuum mobile zu finden. Unter der Skizze vermerkt Wilars: „Maint ior se sunt maistre dispute de faire torner une ruee par li seul. Ves ent si con en puet faire par mailes non pers ou par vif argent." Wörtlich übersetzt lautet der Inhalt dieses altdialektischen Textes: „Gar manchen Tag haben sich Meister gestritten, ein Rad (une ruee) von selbst drehen zu machen (haben die Frage erörtert, wie man es anstellen könne, daß sich ein Rad von selbst drehe). Siehe hier ein solches, welches man also durch Klöppel in ungleicher Zahl oder durch Quecksilber (drehen) machen kann."

Wilars Skizze (Abb. 90) zeigt zwar nicht, wie er sagt, beide Ausführungsarten, sondern nur die durch Hämmer. Wir sehen, in der im Mittelalter üblichen Projektionsart ohne Perspektive, ein Rad auf einem Wellbaum. Am Umfange des Rades hängen sieben Klöppel. Wenn es nun gelänge, so dachte Wilars, auf die eine Hälfte des Rades stets vier Klöppel zu bekommen, dann müßte diese Hälfte die andere mit den übrigbleibenden drei Klöppeln unbedingt heben. In der Stellung, in der er sein Rad zeichnet, ist es auch nach links herum in Bewegung. Ist der unterste Klöppel aber noch ein klein wenig mehr nach rechts gerückt, dann wird die Maschine nach einigem Hin- und Herpendeln unbedingt stillstehen. Drei und ein halber Klöppel hängen dann an jeder Hälfte

des Rades und halten sich die Wage. Das alles mußte auch Wilars wie seine zeitgenössischen Meister der Mechanik einsehen. Bis hierher verfolgten sie die Vorgänge mit klaren Augen. Dann aber trog sie eins — es trog schon so manchen — die Hoffnung. Die Hoffnung, daß nun ein Etwas von irgendwo hinzukäme und der Maschine über den toten Punkt helfe. Nur ein klein wenig Kraft wäre nötig. „Nur" den oben rechts liegenden Klöppel brauchte Wilars an seinem Modell nach links umzulegen, dann ging das Ding ja schon wieder ein Stückchen weiter! Das konnte jedes Kind mit einem Finger machen, den Klöppel umlegen, warum konnte

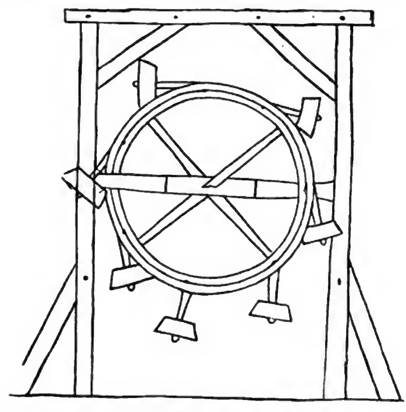


Abb. 90. Perpetuum mobile von Wilars, um 1245.

die Maschine es nicht selbst? — Dies ist der Punkt, und er ist es noch heute bei allen Perpetuummobilisten, an dem die ganze schöne Idee in die Brüche geht.

Manche Leser, die meiner ungewohnten theoretischen Erklärung bisher gefolgt sind, werden denken: da gebe man dem trägen Rad einmal einen kräftigen Schwung, dann müssen die Hämmer doch herumfliegen, daß es nur so klappert. Stimmt auch aufs Haar! Nur eins darf man da nicht vergessen: wenn die Hämmer perpetuo-mobil bleiben sollen, dann muß der Leser auch perpetuomobil sein. Ade Mittagessen und Nachtruhe; jetzt heißt's gedreht, das Rad in „Schwung" erhalten. Ja, ja, das Wörtchen Schwung, das ist's, was der ewige Drehkünstler im Sinne hat.

„Ein bißchen Schwung in die Sache bringen“, mit dem Worte wird viel Unfug getrieben, in der Kunst, in der Technik und auch sonst an vielen Orten. Schwärmer und himmelstürmende Pygmäen wollen durch Schwung das erreichen, was Denker und wahre Dichter durch kraftvolle Tat erzielen. Ich will es hier an dem mechanischen Beispiel zeigen, daß Schwung allein nichts ist, wenn Ausdauer und Kraft nicht angreifen. Schwung wird nie Kraft, Kraft aber wohl Schwung erzeugen.

Denen, die das Rätsel durch Schwung lösen wollen, rate ich doch, die Hämmer ganz abzuhängen und das Rad hübsch mit einer handlichen Kurbel zu drehen. Denn die Hämmer sind schwer und stören durch ihr unbeholfenes Pendeln nur das ruhige Gleichgewicht. Darauf wird man mir entgegnen: Wodurch soll sich dann nun aber der Schwerpunkt verlegen? Ich sage: Entweder jemand verlegt, indem er sich an einer Kurbel gegen das Rad stemmt, den Schwerpunkt der Maschinerie, oder aber der Schwerpunkt bleibt, das besagt sein Name, ruhig im schwersten Punkte träge hängen.

Es ist zum Verzweifeln! denkt mancher. Weil er aber einmal sich die Idee in den Kopf gesetzt hatte, das Ding muß gehen, da ruht und rastet er nicht eher, bis er seine Maschine durch allerhand Zutaten „verbessert“ hat. Durch alle diese Zutaten, durch dies Ausstattungsbeiwerk betrogen diese Erfinder sich und andere. Was jedes Kind weiß, daß sein Wägelchen am leichtesten läuft, wenn nichts drin und dran ist, das sehen diese gelehrten Bewegungskünstler an ihren Maschinen nicht ein. So geschah es denn, daß aus ihrer aller Versuche ein ewiger Stillstand statt einer ewigen Bewegung hervorging.

Und der Versuche sind im Laufe der Jahrhunderte unzählige gemacht worden. Wie so vieles Vorgehen auf konstruktivem Gebiete, wurden die Bemühungen der meisten Stillstandskünstler auf spekulativer Grundlage ohne eine feste Theorie unternommen. Darum zeigen sie weder historischen Zusammenhang untereinander, noch besonders geistreiche Ausnutzung der zeitgenössischen Errungenschaften aus Physik und Technik. Die Hammeridee von Wilars scheint in den folgenden Jahrhunderten lebendig geblieben zu sein, denn in der Handschrift des Italieners Jacopo Mariano aus Siena, die heute in München bewahrt wird, finden wir die Idee um 1483 wieder[3]). Nur daß hier die naive Hammerform weggelassen ist und daß Mariano auf die ungleiche Zahl der Hämmer verzichtet. Er spekuliert mit dem größeren Gewichte der verlängerten Strahlen seines Rades. Er meint, die in seiner Malerei rechts befindlichen Arme müßten, weil länger und dadurch schwerer, die links befindlichen heben können. Doch bedenkt er nicht, daß er auf einer Seite nur fünf Arme hat, die sieben andere heben müßten (Abb. 91).

Man hat gern und häufig die Erbauer von Selbstbewegern mit den Alchimisten verglichen. Allerdings, beide wollen die Ge-

heimnisse der Urnatur entblößen. Diese chemisch, jene mechanisch. Nach unendlichen Rezepten gossen diese Adepten in der schwarzen Küche das Widrige zusammen, um den Stein der Weisen zu bereiten. Nach wirren Ideen fügten jene Stillstandskünstler Hebel und Schrauben, Räder und Kammräder, Walzen und Bügel ineinander, um die Kräfte der Natur rings zu enthüllen.

Und doch, welch himmelweiter Unterschied zwischen den beiden in einem Punkte: in dem praktischen Resultate. Mußte selbst der große Liebig zugeben: „Wenn jene fleißigen Adepten des Mittel-

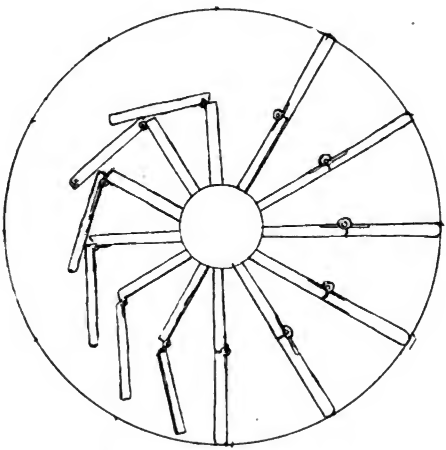


Abb. 91. Perpetuum mobile von J. Mariano, 1438.

alters nicht nach Gold gesucht hätten, dann hätte ich den Dünger nicht gefunden[4]).“ Wie viele hervorragende Erfindungen gingen aus alchimistischen Bemühungen hervor, Porzellan, Phosphor usw. Was hingegen vererbten uns die unzähligen Ewigkeits-Drehkünstler? — Nichts, gar nichts. Nicht ein neues Maschinenelement, nicht ein neues physikalisches Phänomen ist bei all ihren Konstruktionen hervorgebracht worden. Den Alchimisten treibt die faustische Sehnsucht nach der Urnatur zum Schaffen, den Ewigkeitsdreher leitet sein eigener Dünkel, anderer fremder Leute Schnitzel aufzulesen und zu einem neuen, seelenlosen Phantom zusammenzuleimen. Faust und Wagner, das sind die Personen, die wir in Alchimisten und

Perpetuomobilisten erkennen. Auf einen Zusammenhang zwischen den Alchimisten und den Meistern des Semper vivum, von denen Wilars redet, trifft man vielleicht bei Ramon Lull, ums Jahr 1270. Lull, lateinisch Lullius oder Lullus, ein eifriger Gegner des erstarrten Aristoteles und der Scholastik, wollte in seiner „Ars magna" — in der „großen Lullischen Kunst" — alle Probleme der Wissenschaft mechanisch lösen. Lullus war ein berühmter Alchimist, einer jener, denen man ob ihrer angeblichen Künste geradezu den Pakt mit dem Teufel nachsagte[5]).

Wir wissen von so manchem Betrug, der an perpetuomobilen Maschinen aufgedeckt wurde. Also waren deren Erbauer auch noch dazu Betrüger? — Nein, sie waren's nicht, als sie an ihre Arbeit herausgingen, sie wurden's erst, als ihnen nach jahrelangem vergeblichen Mühen die Aussichten, ihr Ziel zu erreichen, immer mehr ins Unmögliche schwanden. Hierzu ein Beispiel:

Im Jahre 1817 kam der Mechaniker Geiser aus La Chaux de Fonds auf seiner Wanderreise mit einer von ihm erfundenen und in vielen mühevollen Jahren erbauten Perpetualuhr nach Frankfurt a. M. Das Glück war dem geschickten Manne entgegen, er geriet in Schulden, wurde krank und starb. Dadurch gelang es dem Frankfurter Technologen Poppe, das Werk der Perpetualuhr genau zu studieren. In Gegenwart von Mitgliedern der Frankfurter Gesellschaft für Gewerbe wurde die Geisersche Uhr auseinandergenommen und, da sich zur Verwunderung der Zweifler nichts Verdächtiges fand, wieder zusammengesetzt. Stück für Stück hatte man die Uhr zerlegt, nirgends war etwas gefunden worden, was auf einen Betrug hätte schließen lassen. Da fiel es dem scharf beobachtenden Poppe noch im letzten Moment auf, daß an der Welle unter dem Sekundenzeiger vier Flächen angefeilt waren, so daß man einen Uhrschlüssel darauf stecken konnte. Poppe versuchte es mit einem Schlüssel, und siehe da, hinter dem Zifferblatt war eine ganz feine Uhrfeder in vielen Windungen untergebracht, die genug Kraft besaß, das sorgsam gearbeitete Werk zu bewegen. Es ließ sich feststellen, daß der Erfinder nach Jahren erst zu diesem kleinen Betrug gegriffen, damit langwierige Mühen und Opfer nicht umsonst wären[6]).

Doch auch offenkundige Betrügereien sind von Scheinerfindern durch Schwerkraftmaschinen verübt worden, früher und heute. Ich weiß z. B., daß ein renommierter Trockenplattenfabrikant einen rheinischen Mechaniker durch große Summen zur Verbesserung seiner „fast fertigen" Schwerkraftmaschine unterstützt hat. Um 1894 sah ich die Maschine in Köln. Sie bestand, abgesehen von vielem Beiwerk, aus einer kreisrunden Platte mit schwerem, erhöhtem Rand, auf der eine zentnerschwere Eisenkugel herumrollte. Die Platte war auf einem komplizierten Hebewerk gelagert, so daß sie eine um ihren ruhenden Mittelpunkt gehende Schwingbewegung machte. Dadurch rollte die Kugel, die naturgemäß stets den tiefsten Punkt

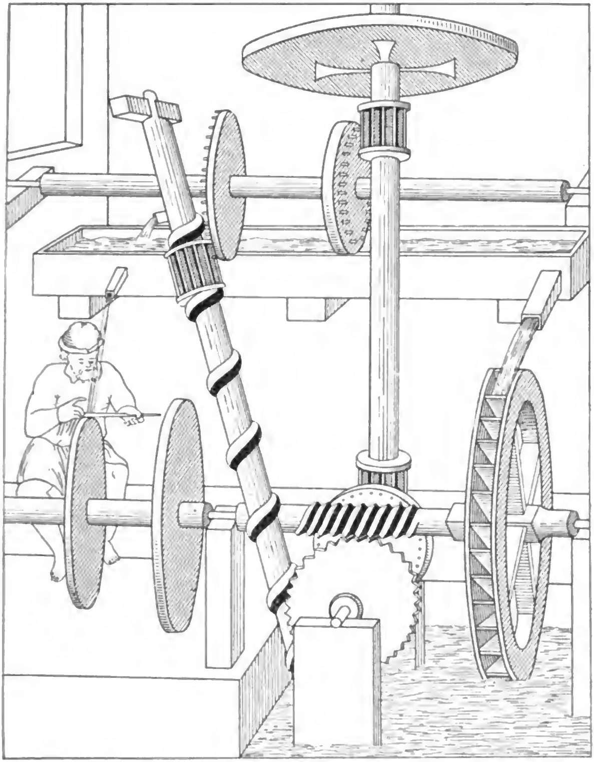


Abb. 92. Perpetuum mobile von Strada. Nach einer Handschrift von etwa 1600.

am Rande sucht, im Kreise herum. Durch ein Triebwerk „sollte“ die Maschine — leider kam sie trotz mehrerer ihr unterlegter Tausendmarkscheine dem Befehle nicht nach — die Platte langsam in entgegengesetzter Richtung des Kugellaufes drehen. Der Erbauer der Maschine hatte es also darauf abgesehen, daß der tiefste Punkt der Platte immer ein wenig der Kugel in ihrem Lauf vorauseile.

Dadurch wäre ja die Kugel dann nie zur Ruhe gekommen. Ich glaube, die Maschine „lief“ in dem Baustadium, in dem ich sie sah, zehn Stunden, und ich weiß, daß sie ihren Erbauer durch ihr Nimmerfertigwerden wenigstens drei Jahre aus jener Geldquelle ernährte.

Der „König“ der Ewigkeitsdreher aber ist schon lange tot. Hört man, welches Genie er in seinem Fache war, dann muß man im trockenen Lauf unserer heutigen Tage sein Ableben bedauern. Johann Ernst Elias Orffyreus war sein etwas sonderbarer Name. Er tauchte auf, sah die Albernheit seiner Zeit und siegte. Hernach, als er schon lange tot war, kam sein Treiben an den Tag; man erfuhr, daß der gute Mann Beßler geheißen[7]) und ein Scharlatan gewesen. Hätte er sich nicht von dieser Erde frühzeitig empfohlen, dann wäre ihm wohl, wie manchem seiner alchimistischen Kollegen, der Strang zuteil geworden. Orffyreus trat zuerst 1712 mit einem „durch göttliche Gnade“ erfundenen Perpetuum mobile hervor. Drei Jahre hernach stellte er eine solche Maschine zu Merseburg im Grünen Hofe vor dem Sixttore öffentlich aus. Für diese Maschine zeigte August II. von Polen großes Interesse, am meisten aber reizte sie den Landgrafen Karl von Hessen-Kassel. Er ließ den Künstler auf sein Schloß Weißenstein kommen und gab ihm Gelder, um eine neue Maschine zu bauen. Die von Orffyreus bekannt gewordenen Perpetua mobilia zeigen trotz mancher Verschiedenheiten immer eine große, flache Trommel. Was in diesen Behältern drin war, darüber schweigen sich des Orffyreus wortreiche Schriften aus. Ja, selbst die gelehrte Kommission, der wohlklingende Gelehrtennamen, wie Leidenfrost und Wolff angehörten, hat über das Innere und den Zweck dieser Trommel nichts zu sagen vermocht. Das macht uns stutzig. Dagegen bestätigte die Kommission dem Erbauer, daß sein „glücklich inventiertes perpetuum mobile“ 50 Umdrehungen in der Minute mache und 40 Pfund 5 Fuß hoch heben könne. Der Landgraf bestätigte, daß der Apparat in einem Zimmer auf Weißenstein acht Wochen verschlossen gehalten und bei der Eröffnung in unveränderter Bewegung gefunden sei. Reich, mit Ehren und Gold beladen, zog der Herr Erfinder von dannen.

Orffyreus' Wundermaschine erregte das größte Aufsehen in der gelehrten Welt. Sie wurde sogar gewürdigt, 1715 in die erste deutsche Gelehrtenzeitschrit, die „Acta Eruditorum“, aufgenommen, zu werden, und in zwei Schriften (1715 und 1719) legte ihr Erfinder seine dunklen Ideen nieder[8]). Großen Männern verdrehte die Idee die Köpfe; man denke nur an Leidenfrost und Schlüter. Doch auch Zweifler traten auf. Insbesondere ein Mechaniker Gärtner setzte 1717 tausend Taler gegen Orffyreus, aber dieser verzichtete sonderbarerweise auf das Geld, wohl nicht ohne triftige Gründe.

Bei der Maschine des Orffyreus, wenigstens bei einem seiner Modelle, spielte eine archimedische Schraube angeblich eine Rolle. Sie förderte Wasser in ein Gießbrett, das von dort wieder zurücklief.

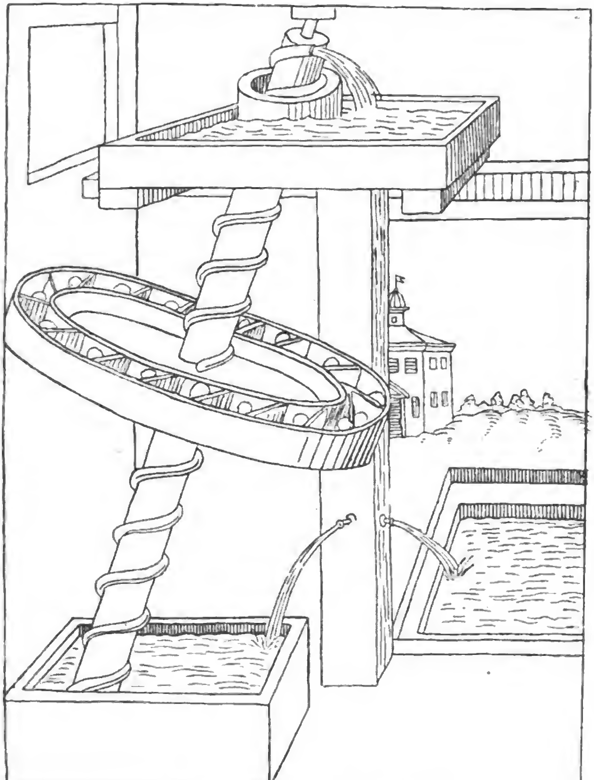


Abb. 93. Perpetuum mobile von Strada.

Ja sogar ein Perpendikel brachte der Scharlatan an, „wenn's Werk langsam gehen soll“. In seinen Beschreibungen stellen sich Worte stets zur rechten Zeit ein, wo Begriffe fehlen; sie sind eins der vielen traurigen Beispiele verschnörkelter Aftergelehrsamkeit, daran

leider gerade die deutsche naturwissenschaftliche Literatur des 18. Jahrhunderts so reich ist.

Wasser zu verwenden statt der Gewichte, hat man schon lange vor Orffyreus versucht. Um 1575 zeigt eine solche Idee der Ingenieur Jacob de Strada, ein nicht unbedeutender Maschinenkundiger. Zwar ist Stradas Ruhm, seit wir die Werke seiner Vorgänger im 15. und 16. Jahrhundert kennen, lange nicht mehr so groß wie ehedem, doch immerhin gehört er zu den Männern seines Faches, die wir ernst nehmen. Und dennoch gleitet er, wie wir sehen, auf die abschüssige Bahn der Dauermaschine. In einer Stradaschen Handschrift der Königlichen Bibliothek Berlin sehen wir zwei solcher Apparate abgebildet[9]). Viel umständlicher als diese Anordnung kann man die Einrichtung nicht machen. Aus einem oberen Wasserkasten (Abb. 92) rinnt das Wasser auf ein Schaufelrad und treibt die Schleifsteine eines Schwertfegers; gleichzeitig wird unter Zwischenschaltung einer kleinen Welle eine senkrecht stehende Achse mit einem Schwungrad getrieben. Von dieser aus erhält ein Wellbaum, der über dem Wasserkasten liegt, seinen Antrieb, und dieser endlich bewegt einen schräg nach unten führenden Wellbaum, um den eine archimedische Schnecke geschlungen ist. Strada verlangt nun, daß das vom Mühlrade verbrauchte Wasser aus dem unteren Sammelbecken und die Schnecke wieder zum neuen Gebrauch in den oberen Wasserkasten befördert werde, daß dasselbe Wasser die vielen Räder und die Welle treibe, die Schleifsteine drehe und zu alledem noch dem Arbeiter auf das Arbeitsstück tropfe! Wahrlich eine verfehlte Ahnung des späteren Dichterwortes vom Wasser: „Vom Himmel kommt es, zum Himmel geht es, und wiederum zur Erde muß es, ewig wechselnd."

In der Konstruktion zwar einfacher, in der Idee jedoch gleich konfus ist die andere Maschine Stradas, die uns einen alten Beweis für das Perpetuum mobile mit Kugellauf gibt. Wir sehen (Abb. 93) einen Radkranz mit vielen Kammern, darin je eine Kugel liegt. An den schräg, nicht radial stehenden Scheidewänden sollen die Kugeln der einen nach unten neigenden Kranzhälfte nach außen, die der andern, nach oben neigenden Hälfte nach innen zu rollen. Dadurch soll die erstere Hälfte des Kranzes stets schwerer sein als die letztere. Einen solchen unmöglichen Kugellauf verbindet Strada in der Zeichnung mit einer archimedischen Schnecke, die ihm Wasser von unten nach oben fördern soll. Durch eine senkrecht stehende Röhre fließt ein Teil des Wassers wieder zur Schnecke zurück, der andere rinnt ohne ersichtlichen Zweck in ein Reservoir. Vielleicht ist die ganze Anlage als Wasserwerk für das im Hintergrunde angedeutete Gebäude gedacht.

Da Stradas um 1575 verfaßtes Buch später im Druck erschien und die Zeichnungen, zumal in Böcklers verbreitetem Werk über Maschinenbau weit bekannt wurden, so kann es uns nicht wundern,

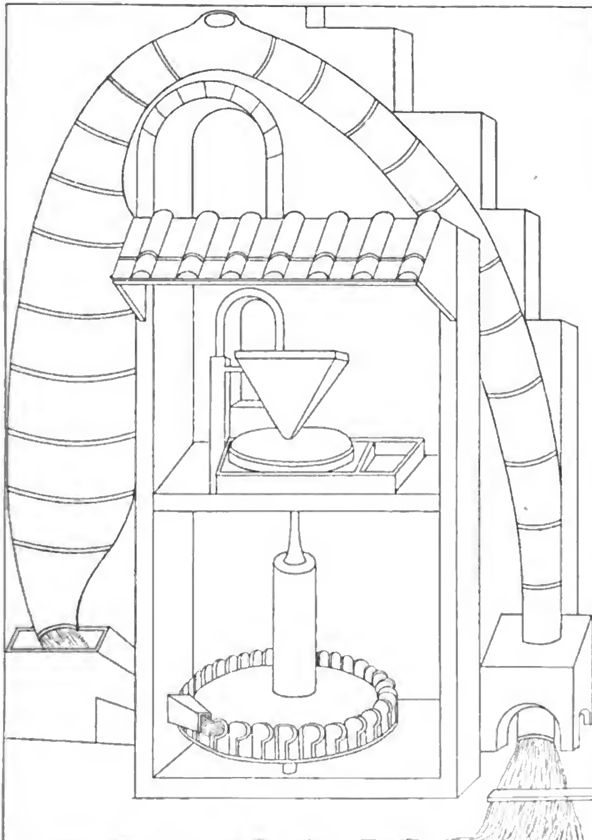


Abb. 94. Perpetuum mobile von Zonca, 1607.

daß im 17. Jahrhundert die Ideen der Immermobilisten häufiger, wenn auch nicht abwechslungsreicher werden.

Beachtenswert ist ein zwar schon in den — damals aber noch unbekannten — Manuskripten Leonardo da Vincis vorkommendes ewiges Wasserrad. In dem Maschinenbuche des Italieners Zonca finden wir die Idee 1607 wieder. Ein großer Heber (Abb. 94) saugt anscheinend rechts unten Wasser auf und fördert es links unten hin, wo es dann gegen ein Schaufelrad schlägt, um eine Mühle zu treiben. Entstanden ist Zoncas Idee um 1560, also zu einer Zeit, die weit vor den Zeiten der Erkenntnis der Luftdruckgesetze lag. Denn liegt, wie in der Zeichnung bei Zonca, der Einfluß eines Hebers tiefer als der Ausfluß, dann hört die Saugwirkung sofort auf. Zonca[10]) wollte dieses Naturgesetz dadurch umgehen, daß er den Heber kurz vor dem Ausfluß recht weitbauchig machte. So sollte hier das größere Gewicht der Wassermasse „saugen" helfen. Daß diesem wieder andere Gesetze im Wege sind, wußte er noch nicht.

Wie Sklavenketten hängen diese „Gesetze" denen an, die eigensinnig, sich selbst nur folgend, dem Gedanken des „Moto perpetuo", wie Zonca es zuerst nennt, nachlaufen. Sind die Leute partiell seelenkrank? Kant ist dieser Ansicht. In seiner Anthropologie sagt er: „Der Seelenkranke überfliegt die ganze Erfahrungsleiter und hascht nach Prinzipien, die des Probiersteines der Erfahrung ganz überhoben sein können, und wähnt das Unbegreifliche zu finden. Die Erfindung der Quadratur des Zirkels, des Perpetuo mobile sind in seiner Gewalt."

Männer wie Kaspar Schott, Denis Papin, De Lannis, Sturm und andere erklärten zwar die Idee derartiger Maschinen damals schon für unmöglich, aber zur Ausrottung des Spukes konnten sie so wenig tun, wie wir heute. Gegen der Menschen Wahn werden immer alle Propheten vergebens zürnen, strafen, fluchen und beten.

Im Januar 1869 schrieb zu Gottenz bei Halle a. S. der Mathematiker Joh. Karl Steubingen eine Schrift zur „Aufrechterhaltung des Ideals des Perpetuum mobile vom Standpunkte der Vernunft und Physik". Sie beginnt mit den schönen Worten:

> „Für den Dialektiker ist das Perpetuum mobile ein Begriff,
> Doch für den Forscher ist es eine Wahrheit."

Zur Verwirklichung seiner Idee eines „Kreislaufs der Kraft" hat der gelehrte Mann dreißig verschiedene Lösungen gefunden. Schade, er nennt — keine einzige, sondern sagt: „Wäre mein Studium heute beendigt, wo ich die Konstruktion der Kraftmaschine unabänderlich feststellen könnte, dann würde ich schon hier eine vollständige Beschreibung derselben gern geben. Ich bin kein egoistischer Geheimniskrämer, welcher seine Kunst der Öffentlichkeit vorenthält." So ist denn zu den vielen Erfindern des Perpetuum mobile auch dieser heimgegangen, und an Stelle der Maschine,

die er „zum Gemeingut aller Stände und aller Völker der Erde" machen wollte, hat er uns nur hohle Worte hinterlassen.

Dilettanten hoffen bei ihren immerwährenden Maschinen gern auf Kräfte, die sie in ihrer Wirkung gar nicht kennen. So waren denn besonders Magnetismus und Elektrizität immer ein aktuelles Schlagwort für sie. Bereits der Verfasser der ältesten noch erhaltenen Abhandlung über Magnetismus, Pierre de Maricourt[11]), gibt 1269, und Jehan Taisnier[12]), der Pagenlehrer Karls V., gibt 1557 eine Idee vom „motu continuo" durch den Magneten. Versuche mit magnetischen Selbstbewegern sind gar noch manche unternommen worden.

Wenig bekannt ist es, daß ein derartiger „Magnetmotor" — mögen die Götter wissen, wie — im neuen Deutschen Reich patentiert worden ist. Der glückliche Erfinder, ein Herr Dr. G. Ackermann in Sagan, bekam auf dieses Perpetuum mobile am 19. April 1878 das deutsche Reichspatent Nr. 4453. Die Maschinerie soll durch abwechselnde An- und Abziehung permanenter Magnete wirken. Das Patent bestand fünf Jahre, fiel dann aber wegen Nichtzahlung der Gebühren. Sogar eine geharnischte Spottschrift ist zur Zeit dagegen erschienen.

Die Entgleisung der Würde unseres sonst doch so vorsichtigen Patentamtes in dieser Sache ist um so sonderbarer, da schon in der Regierungsvorlage zum neuen Patentgesetz der erste Abschnitt des Paragraph 2 das Perpetuum mobile behandelte. Dieser Absatz lautete: „Eine Erfindung liegt nicht vor, wenn der Eintritt des beabsichtigten Erfolges nach den Gesetzen der Natur als unmöglich anzusehen ist." Dieser Passus hatte den Zweck, „die erfahrungsgemäß in großer Anzahl vorkommenden Patentgesuche auf unmögliche Erfindungen, z. B. das Perpetuum mobile, auszuschließen". In der endgültigen Fassung des Gesetzes ließ der Reichstag diese Stelle jedoch fallen. Es hätte dem Patentamt 1878 aber auch bekannt sein müssen, daß schon im Jahre 1775 die Pariser Akademie der Wissenschaften beschlossen hatte, kein Perpetuum mobile mehr zur Prüfung zuzulassen. Die Pariser Akademie hatte allerdings wenige Jahrzehnte vorher einen Preis von einer halben Million Francs für den glücklichen Meister Immermobil ausgesetzt, den sie erst mit dem vorerwähnten Beschluß einzog.

Vielleicht brachte der Lapsus unseres Patentamtes auch wieder sein Gutes. Ist es doch neulich viel ruhiger im Blätterwalde von den Immerdrehern geworden als ehemals. Mögen im Dunkeln vereinzelte Menschen noch auf diese gebrechliche Leimrute hupfen, oder auch einen Gimpel mitlocken, die Masse unseres Volkes ist durch die Verallgemeinerung des Maschinenwesens über diese Kinderkrankheit ihrer mechanischen Kenntnisse hinausgereift.

Wie im Jahre 1742 die Marquise du Châtelet die Lehre von der Erhaltung der Kraft klar erfaßt hatte[13]), so dämmerte es im allgemeinen um die Mitte des 18. Jahrhunderts über physikalische Gesetze in den Geistern auf. „Das Irrlicht, das schon manchen in

Sümpfe führte," wie Kästner 1792 sagt, das Perpetuum mobile hatte seinen wissenschaftlichen Kredit zu sehr beansprucht. Als erst das Gesetz der Erhaltung der Kraft durch Mayer und Helmholtz im vergangenen Jahrhundert zur Grundlage der modernen Physik wurde, entzog die Wissenschaft den Stillstandskünstlern endgültig den Kreditbrief.

Subtile Uhrmacher und Schlosser, Kleinrentner und — Schwindler stehen seitdem am häufigsten auf der immerhin nur teilweise bekannten Erfinderliste der Perpetuum mobile-Sucher.

Im 19. Jahrhundert machten nur dreimal, wenn wir das besprochene, wenig bekannt gewordene Patent nicht mitzählen, immerwährende Maschinen in weiteren Kreisen von sich reden. Die erste war eine in das gediegene Polytechnische Journal von Dingler[14]) verirrte Idee des englischen Kapitäns Congreve. Wir sehen dort ein endloses Band aus Schwamm und ein dicht darauf liegendes, aus Gewichten bestehendes Band über drei Rollen geführt. Die beiden Bänder tauchen unten in Wasser, so daß das Schwammband sich voll Wasser saugen muß. Nehmen wir nun an, die Maschine wäre im Gange, dann würde das Gewichtsband auf der schräg ansteigenden Bahn zur oberen Leitrolle so sehr auf das unter ihm liegende Schwammband drücken, daß das Wasser hinausgepreßt würde. Es „müßte" dieser Teil des Bandes deshalb leichter werden, als die senkrecht von der oberen Leitrolle herablaufende Strecke des Schwammbandes. Letztere „soll" darum die Vorrichtung in Drehung versetzen. Weil aber Naturgesetze ihr eigenes „soll und muß" haben, kann die Drehung nicht zustande kommen.

Die zweite Perpetual-Idee ging im Jahre 1857 durch die Blätter. Einem gewissen Hartmann oder Horstmann schrieb man die Erfindung zu, doch leider war die ganze Erfindung samt dem Erfinder erfunden. Zuletzt rühmte man einem tüchtigen Großuhrmacher nach, daß er eine Maschine erbaut habe, die durch Kugeln in immerwährender Bewegung sei. Da die heutigen Inhaber der berühmten Firma jede Auskunft über diese geheimnisvolle Maschine verweigern, wollen wir sie ehrfurchtsvoll als eine Liebhaberei des alten Herrn ansehen und den Namen ihres Schöpfers nicht unter die Perpetualisten setzen.

So stehen wir nach einem flüchtigen Blick über die Ideen von sieben Jahrhunderten so klug wie zuvor. Daraus sollte der Laie lernen, daß auf diesem Gebiete keine Lorbeeren zu holen sind, der Fachmann kann es sich ja vorrechnen, daß es nie und nimmer möglich ist, eine aus sich selbst bewegende Maschine zu bauen:

„Die Zeit der Wunder ist vorüber,
Was jetzt geschieht, das muß der Mensch vollbringen."

Püstriche.[1]

Wahrlich, man wird oft vor eigenartige Fragen gestellt! Die einen sagen, das sei der Träger eines friedenspendenden Taufbeckens der Christenheit, die andern, es sei ein wüster Gott der alten Germanen, der aus seinem häßlichen Kopf dicke Dampfwolken zürnend unter die Menschen geblasen habe.

Hie christliche Kunst! Hie heidnische Technik!

In über 60 Druckschriften[2]) hat man bis heute über den „Püstrich von Sondershausen" geschrieben, und doch hatte man bis vor kurzem keine einwandfreie Erklärung für diese merkwürdige Erzfigur. Ich war mir über ihren Zweck seit mehreren Jahren klar und nahm als selbstverständlich an, daß man in Sondershausen in der gleichen Weise Bescheid wisse. Leider erwies sich diese Annahme als irrtümlich, denn die Sondershauser hielten ihren Püstrich für den Träger eines Taufbeckens.

Ich habe schon hervorgehoben, wie vieles uns die Philologen verdorben haben, wenn sie, ohne technische Kenntnisse zu besitzen, an Texten oder Gegenständen zu rekonstruieren anfingen. Beim Püstrich von Sondershausen haben sie ebenfalls derartiges geleistet.

Zunächst die Beantwortung der Frage, was ist ein Püstrich? Eine kleine Erzfigur, einen nackten Menschen darstellend, die hohl ist und im Mund oder auf dem Scheitel Löcher hat, so daß das Innere der Figur mit Wasser gefüllt werden kann. Am bekanntesten ist der seit Jahrhunderten in Sondershausen befindliche Püster, der zwischen 1540 und 1550 im Schutt einer Kapelle der Ruinen der Rotenburg gefunden wurde (Abb. 95). Er stellt eine kniende, nackte männliche Figur dar, deren aufgeblasene Backen besonders auffallen. Die Lippen sind aufgeworfen, die Nase platt, die Haare zeigen die Tracht des 13. Jahrhunderts. Der Leib ist sehr stark, die Arme und Unterschenkel sehr schwach. Die Figur kniet auf dem rechten Bein, streckt das linke Bein ein wenig vor, hält die rechte Hand auf dem Kopf und stützt die linke Hand auf das linke Knie. Drei Finger der rechten Hand, ein Teil des linken Unterarms und beide Füße fehlen der Figur. Den linken Unterarm ließ Kurfürst Moritz von Hessen-Kassel abschlagen, um die Metallegierung, an die sich die Sage geknüpft hatte, zu untersuchen. Woher die übrigen Verstümmelungen rühren, weiß man nicht. Der Guß ist roh und die ganze Figur infolge der vielen mit ihr angestellten Feuerexperimente fast schwarz. Nach der Untersuchung von Klap-

roth[3]) besteht das Metall aus 916 Teilen Kupfer, 75 Teilen Zinn und 9 Teilen Blei. Die Höhe mißt 57 Zentimeter, das Gewicht beträgt 35,35 Kilogramm. Über den Ursprung der Sondershauser Figur ist nichts weiteres bekannt. Die erste Nachricht über sie gibt der Metallurg Fabricius 1561. Er sagt, in Thüringen bewahre man in der Familie Dutgerode (Tütcherode) ein gewisses Idol aus Erz, das man in den Fundamenten der Rotenburg in einem unterirdischen Heiligtum gefunden habe. Man nenne es „Pustericius", es habe die Statur eines Knaben, der die rechte Hand ans Ohrläppchen, die linke aufs linke Knie halte. Innen sei sie hohl und wenn man sie mit Wasser fülle und mit Feuer umgebe, speie sie das Wasser unter großem Getöse wie Flammen über die Umstehenden[4]). Diese kurze Beschreibung des Fabricius trifft, wie wir noch sehen werden, das Richtige.



Abb. 95. Der Püstrich in Sondershausen.

Die früheren Anschauungen, was es mit dieser Figur für eine Bewandtnis habe, sind schon 1852 genau zusammengestellt worden: ein von christlichen Geistlichen gebrauchtes Schreckbild zur Erlangung reichlicher Gaben; eine Gottheit der alten Deutschen; ein Dampfgeschütz Kaiser Friedrichs I. oder einiger Raubritter; eine slawische Gottheit; das Gefäß eines Branntweinbrenners oder eine Gießkanne. Neuerdings hat man sogar den Püstrich zu einem Feuersignal der Rotenburg gemacht[5]).

Am Ende dieser langen Liste von Verwendungsmöglichkeiten entbehrt es gewiß nicht des Humors, wenn ich sage: Der Püstrich ist Deutschlands älteste Dampfmaschine. Der Beweis für meine Behauptungen liegt in einer Stelle des Albertus Magnus, in seiner Schrift „De meteoris". Albertus spricht von dem Erdbeben und versucht seine Wirkung durch einen Apparat anschaulich zu machen. Diesen beschreibt er folgendermaßen[6]): „Man nimmt ein starkes Gefäß aus Erz, das innen möglichst gewölbt sei und oben eine kleine Öffnung und eine andere wenig größere im Bauch habe, und

das Gefäß habe seine Füße so, daß sein Bauch die Erde nicht berührt. Es werde mit Wasser gefüllt und hernach durch Holz kräftig an jeder der beiden Öffnungen verschlossen. Man setzt es auf ein sehr starkes Feuer, dann entsteht Dampf im Gefäß, dessen Kraft durch eine der beiden verschlossenen Öffnungen wieder hervorbricht. Bricht sie oben hervor, so wirft sie das Wasser weit zerstreut über die umliegenden Stellen des Feuers. Bricht sie unten hervor, dann spritzt sie das Wasser in das Feuer und schleudert durch den Ungestüm des Dampfes Brände und Kohlen und heiße Asche weit vom Feuer über die Umgebung. Man nennt deshalb auch ein solches Gefäß gewöhnlich „sufflator“ und pflegt es nach der Gestalt eines blasenden Mannes zu formen.“

Die Kraft des gespannten Dampfes kannte Albertus Magnus aus den klassischen Schriften des Philon von Byzanz, des Heron von Alexandrien und des Vitruv. Irgendwelchen Anhalt für die Form eines Dampfapparates in Gestalt eines blasenden Mannes haben wir jedoch vor Albertus Magnus nicht. Soviel beweist sich unzweifelhaft aus der Stelle des Albertus, daß man ähnliche Figuren wie die Sondershauser im 13. Jahrhundert zur Vornahme physikalischer Experimente kannte.

Es lassen sich hieraus aber auch die verschiedenen älteren Auffassungen über den Zweck des Püstrichs erklären, denn dem großen Haufen mußte die Beschäftigung mit Erdbebenuntersuchung antichristlich erscheinen. Fabricius, der die Stelle des Albertus Magnus höchstwahrscheinlich gekannt hat, denn die Bücher des Albertus waren viel gelesen und besonders für Mineralogen und Metallurgen von Wert, spielt mit dem Wort „Idol“ auf die gespensterhafte Verwendung des Dampfapparates im Sinne der Volkssage an. Die gänzliche Unkenntnis der Naturwissenschaften bei der großen Masse ließ den kleinen Dampfapparat später leicht zu einem großen Dampfgeschütz werden. Daß man solche um jene Zeit kannte, geht aus einer Stelle bei Leonardo da Vinci hervor, wo aufgezeichnet wird, daß ein Ingenieur mit dem Beinamen Archimedes ein solches Dampfgeschütz baute, mit dem man eine Kugel von 52 Pfund auf etwa 500 Meter Entfernung schießen könne (s. S. 249). Die Annahme, daß es sich bei der Püstrichfigur um einen Destillierapparat eines Branntweinbrenners oder um eine Gießkanne handle, sind so albern und so unbegründet, daß wir hier nicht näher darauf einzugehen brauchen. Ebensowenig ist die Annahme, der Püstrich sei ein Feuersignal gewesen, ernst zu nehmen; denn aus einer daumengroßen Öffnung des Mundes der Figur kann man ein weit sichtbares Signal überhaupt nicht hervorleuchten lassen.

Zum geheimen Rüstzeug mittelalterlicher Ingenieure gehört allerdings ein Feuer-Püster, der zum erstenmal von Konrad Kyeser von Eichstädt im Jahre 1405 abgebildet wurde[7]). Die Handschriften mittelalterlicher Ingenieure sind noch zu wenig erforscht, um hier ein Urteil wagen zu können, was dieser Feuerbläser bezweckte.

Tatsache ist, daß die vielen von Kyeser abhängigen Schriften den Feuerpüster bringen. Zum letztenmal kenne ich ihn aus Cod. germ. fol. 94 der Königlichen Bibliothek in Berlin aus dem Jahre 1540. Kyeser beschreibt seinen Püstrich also: „Ich bin der schreckliche Philoneus aus Kupfer, Silber, Erz, Gold oder anderem starken Mineral. Ich bin nicht leer wie ein Bacchuskrug, sondern mit brennbarem Terpentinöl gefüllt. Stellt man mich gefüllt auf einen Scheiterhaufen, so schleudere ich, wenn ich erhitzt bin, brennende Flammen. Durch diese kannst du Kerzen entzünden . . .“

Die Vorrichtung glich also im Prinzip unseren heutigen Lötlampen, sie ist aber zum Anzünden von Kerzen höchst unbequem.

Nun hat man jetzt zu den alten Vermutungen — die immer dadurch entstanden, daß man eine genügend sichere Erklärung für den Zweck der Figur nicht hatte — eine neue hinzugefügt: der Püstrich sei erst in späterer Zeit zu einem Dampfbläser angebohrt worden, ehemals wäre er ein Taufbeckenträger gewesen[8]).

Dieser Annahme widerspricht aber fast alles. Zunächst widerspricht ihr die in Sondershausen bisher nicht bekannt gewesene Stelle des Albertus Magnus. Dann aber auch die künstlerische Auffassung der Figur und endlich das vorhandene Vergleichsmaterial. Die Haltung des Püstrichs ist entschieden die eines blasenden Mannes. Der dicke Bauch, der kurze Hals, die aufgeblähten Backen, die glotzenden Augen haben etwas Herausforderndes und Grotesk-Komisches. Beine und Arme, abgesehen von den oberen Teilen der Schenkel, sind ganz nebensächlich behandelt. Das ist bei tragenden Figuren nicht der Fall. Man sieht, daß es dem Verfertiger lediglich auf die Schaffung eines Hohlraums ankam, Beine und Arme konnte er deshalb nebensächlich behandeln. Taufbeckenträger, z. B. am Hildesheimer Taufbecken, sind fein gegliedert, neigen den Kopf, um die Last auf die Schultern aufzunehmen, und haben ruhige, andächtige Mienen.

Ein anderer hat die Ansicht ausgesprochen[9]), die Püstrichfigur sei nicht einer von vier Taufbeckenträgern, sondern sie habe ein einzelnes Becken getragen. Dieser Auffassung widerspricht nun noch mehr als jene Ansicht, denn wenn man sich ein Becken auf der Figur vorstellt, so hat man unwillkürlich die Empfindung, als werfe die Figur ihre Last mit einem energischen Ruck des Kopfes hinten herunter. Nicht einmal, wenn eine tragende Figur ihren ganzen Körper nach vorne überneigt, wirft sie den Kopf dabei zurück, viel weniger, wenn sie, wie die Sondershauser Figur, aufrecht kniet.

Es wird also gegen die Stelle des Albertus Magnus im Zusammenhang mit der Püstrichfigur nichts einzuwenden sein. Daß Albertus von einer Figur spricht, die eine Öffnung oben und eine zweite im Munde hat, tut nichts zur Sache. Es ist gleichgültig, wo man die Löcher anbringt. Vom technischen Standpunkte aus ist die Sondershauser Anordnung entschieden die bessere, denn hier liegen die beiden Öffnungen, aus denen die Pflöcke herausfahren

können, im Dampfraum. Bei Albertus hingegen würde sich das zur Dampfbildung notwendige Wasser — wie er es ja auch beschreibt — zum größten Teil entleeren, wenn der untere Pflock herausfahren würde, und dadurch würde sich das Experiment schnell abkürzen.

Der einzige einigermaßen stichhaltige Grund zur Annahme, der Püstrich sei kein Dampfapparat gewesen, ist der, daß die verschiedenen Versuche, den Apparat zur Dampfentwicklung zu bringen, mißlangen. Der Apparat faßt etwa acht Liter Wasser. Seine Heizfläche ist infolge der Form äußerst klein. Die Erwärmung gestaltet sich noch ungünstiger durch die verhältnismäßig große Abkühlungsfläche, zu der ja auch Arme und Beine hinzuzurechnen sind. Der letzte Dampfversuch wurde ums Jahr 1801 angestellt. Man füllte ihn damals anstatt mit Wasser mit Branntwein, Phosphor, Schwefel und Eisenspänen. Was diese Mischung bezwecken sollte, ist nicht einzusehen. Auf jeden Fall mußte bei ihr, infolge der geringeren Dichtigkeit der Füllung, die Dampfentwicklung eine geringere sein. Aus einer Schrift[10]) des Prinzenerziehers, späteren Professors der Universität Gießen, Immanuel Weber geht 1723 hervor, daß die Dampfentwicklung, wenn man das Feuer tüchtig geschürt habe, so schnell erfolge, daß die Pflöcke sehr bald herausgeflogen seien. Es ist also auch heute ohne ein weiteres Experiment selbstverständlich, daß die acht Liter Wasser in der Figur zur heftigen Dampfentwicklung kommen, sofern man den unteren Teil mit einem genügend starken Feuer umgibt.

Nachbildungen des Sondershauser Püstrichs sind mehrere Male hergestellt worden. Schon im Jahre 1591 wünschte Herzog Wilhelm zu Hessen vom Grafen Anton Heinrich von Schwarzburg, „das Vns mehrgedachter Peusterich von E. L. Bevehlhabern zu Sondershausen gefolgtt Vnd Vberschicktt werden möge“. In der Regierungszeit des Fürsten Christian Wilhelm von Schwarzburg-Sondershausen (1666 — 1720) sind zwei Nachbildungen aus Holz in natürlicher Größe an die Universitäten Leipzig und Gießen geschenkt worden. Keine der beiden Figuren ist dort noch vorhanden. Dagegen besitzt die Deutsche Gesellschaft zur Erforschung vaterländischer Geschichte in Leipzig eine 20 Zentimeter hohe, aus Gips geformte und schwarz gestrichene Püstrichfigur, wie solche im Jahre 1812 von Sondershausen aus in den Handel kamen. 1826 wurden drei Originalabgüsse der Figur in Gips gefertigt. Einer davon befindet sich gegenwärtig im Museum für heimatliche Geschichte und Altertumskunde der Provinz Sachsen in Halle, der andere im Schlesischen Museum zu Breslau, der dritte im Germanischen Museum in Nürnberg. Ein 10 Zentimeter hoher Bleiabguß des Püstrichs wurde in der in Sondershausen erscheinenden Zeitung „Der Deutsche“ vom 5. Februar 1906 besprochen. Aus dem 15. Jahrhundert stammen Püstriche, die im Louvre und im Museum Correr aufbewahrt werden. Auch in der Kirche in Goslar befindet sich eine Püstrichfigur.

Eine Püstrichfigur in ganz anderer Ausführung als die Sonders-

hauser besitzt das Wiener Hofmuseum. Ihre Entstehungszeit bedarf noch eingehender Untersuchungen. Die bronzene Figur stellt ein lockendes Frauchen dar, das seine kleinen Beinchen in gebogener Stellung nach vorne hält. Wiederum liegt die eine Hand auf dem Kopf auf. Das Gesicht ist nicht so häßlich wie bei der Sondershauser Figur, der Ausdruck ist vielmehr ein lustiger. Der Kopf ist nach vorne ausgestreckt gehalten und mit einem eigentümlichen, spitzen Hut bekleidet. Das Gewicht beträgt 3,3 Kilogramm, die Höhe mißt 237 Millimeter[11]).

Das sich in der Kirche zu Doberan in Mecklenburg, in der alten Begräbnisstätte der Herzöge, ehemals ein Püstrich befunden habe, liest man in „Sophiens Reise von Memel nach Sachsen“[12]). Nun besaß Doberan allerdings ehemals in seinem Hauptaltar allerlei Merkwürdigkeiten, beispielsweise eine Flasche mit ägyptischer Finsternis und andere dorthin wenig passende Gegenstände, doch die Worte „Er blies wie der Püster zu Doberan“ sind in dem Roman nicht auf eine Püstrichfigur, sondern auf eine ehemalige Grabschrift in der Kirche zu beziehen. Noch heute ist die Kirche an kernigen Grabsprüchen besonders reich. Zum Andenken an den Bälgetreter Knust las man ehemals:

„Hier ruhet Peter Knust,
Gott zu Ehren hat er gepust,
Bis er selbst den Pust bekam
Und ihm Gott den Pust benahm.“

Durch Grimms Wörterbuch[13]) ist diese Verwechselung wohl in die Welt gekommen, denn dort stehen der Sondershauser Püster und der Püster Knust zusammen. Grimm macht aber andrerseits auf ein interessantes Gedicht aufmerksam, das den echten Püstrich in die klassische Literatur brachte. Als Goethe nämlich von dem Theologen Pustkuchen in dummdreister Weise angegriffen wurde, machte er folgende Verse:

„Puster, grobes deutsches Wort!
Niemand — wohl erzogen —
Wird am rein anständigen Ort
Solchem Wort erwogen.

Püsterich, ein Götzenbild,
Gräßlich anzuschauen,
Pustet über klar Gefild
Wust, Gestank und Grauen.

Will der Püsterich nun gar
Pfaffenkuchen pusten,
Teufelsjungen — Küchenschar
Wird den Teich behusten.“

Heißluftmaschinen.

Es ist ein heute noch weitverbreiteter Irrtum, die Mechaniker des Altertums hätten die „Dampfkraft“ nicht nur gekannt, sondern auch angewandt. Gekannt haben sie die Kraft zwar; praktisch angewandt unseres Wissens nie und nirgends. Was man so oft als „Dampf“-Apparate der Alten ausgegeben hat, das sind Vorrichtungen, die sich zwar durch die Kraft des Feuers in Verbindung mit der Luft, nicht aber in Verbindung mit Wasserdampf betätigen.

Philon von Byzanz[1]) im dritten Jahrhundert v. Chr. und Heron aus Alexandrien[2]), den wir in den Anfang des zweiten Jahrhunderts n. Chr. ansetzen, haben uns verschiedene Apparate überliefert, die auf der Eigenschaft der Ausdehnung der erhitzten Luft beruhen. Einem dieser Entwürfe entspricht unsere Abb. 96, 1. Der ein ringsum geschlossenes Gefäß bildende Altar und die Priesterfiguren stehen auf einem gemeinsamen Fußgestell, das ebenfalls ein ringsum geschlossenes Gefäß bildet. Die Scheidewand zwischen Altar und Fußgestell ist durchbohrt. Durch jede Priesterfigur geht ein Röhrchen, welches einerseits nahe über dem Boden des Fußgestelles, andererseits in der Opferschale der Priester endigt. Das Fußgestell wird mit der Flüssigkeit, von welcher geopfert werden soll, nahezu angefüllt. Wird nun das Feuer auf dem Altare angezündet, so erwärmt sich dieser, und die darin eingeschlossene Luft dehnt sich durch die Wärme aus, drückt auf die Flüssigkeit im Fußgestell und preßt sie durch die Röhren nach den Opferschalen der Priesterfiguren, aus denen sie in das Opferfeuer fließt.

Auf diese Beschreibung geht wohl die heute besonders weit verbreitete Meinung zurück, die heidnischen Priester des Altertums hätten sich zur Darstellung ihrer Künste der „Dampf“-Kraft bedient. In Wirklichkeit kommt bei diesem kleinen Apparat nur die Ausdehnung der in dem Altarraum eingeschlossenen Luft zur Kraftäußerung. Einen ähnlichen Apparat beschreibt Heron in zwei verschiedenen Ausführungen, um die Türen eines Tempels selbsttätig zu öffnen und zu schließen (Abb. 96, 3):

„Einen Tempel so einzurichten, daß nach dem Anzünden des Opferfeuers dessen geschlossene Türe von selbst aufgeht und sich

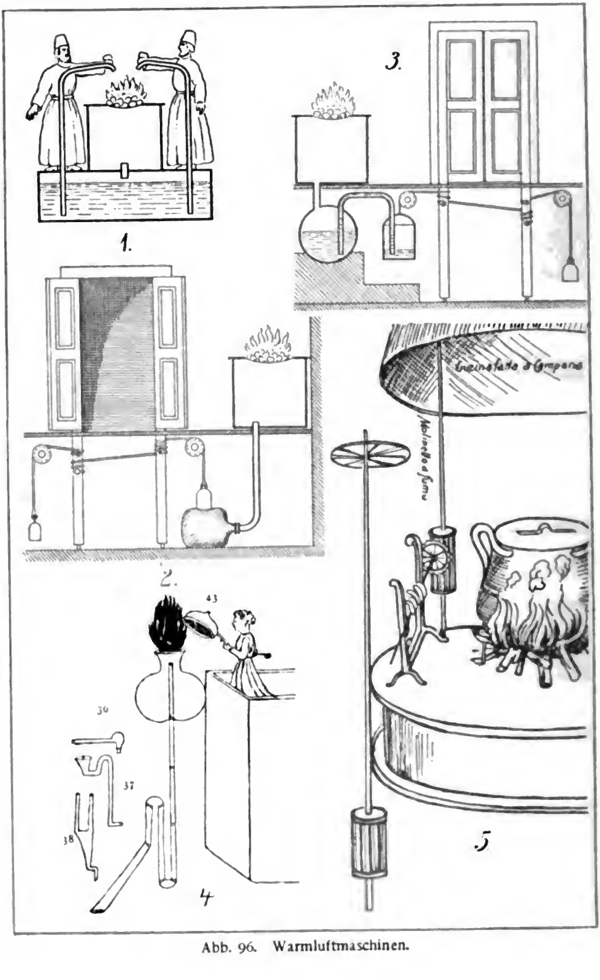


Abb. 96. Warmluftmaschinen.

nach dem Verlöschen des Feuers wieder selbsttätig schließt. Es befindet sich unter dem Tempel ein Fußgestell (demnach beschreibt Heron hier also nur ein Modell in kleiner Ausführung), auf dem auch der hohle Altar steht. Dieser steht durch eine Röhre mit einem im Souterrain befindlichen kugelförmigen, zur Hälfte mit Wasser gefüllten Gefäß in Verbindung. In dieses ist außerdem eine ∩-förmige Röhre so eingelötet, daß deren einer Schenkel nahe bis zum tiefsten Punkte der Kugel reicht. Die Drehachsen der beiden Flügel der Türe sind abwärts verlängert bis zum Fußboden des Souterrains, wo sie in Pfannen laufen. Um die Achsen sind zwei Ketten geschlungen und über Leitrollen geführt. Die eine Kette trägt am Ende ein Gewicht, welches die Türflügel zu schließen strebt, an der anderen, welche in entgegengesetzter Richtung um die Türachsen geschlungen ist, hängt ein Gefäß, welches in leerem Zustande leichter ist als jenes Gewicht. In dieses Gefäß mündet der eine Schenkel der oben erwähnten ∩-förmigen Röhre so ein, daß er bei geschlossener Türe beinahe bis auf den Boden des Gefäßes reicht.

Wird auf dem Altar Feuer angezündet, so erwärmt sich dieser, die eingeschlossene Luft dehnt sich aus, drückt auf das Wasser in dem Ballon im Souterrain, dieses steigt durch die ∩-förmige Röhre in das aufgehängte Gefäß, zieht dieses nieder und öffnet dadurch die Tür. Das Gefäß sinkt aber nur so weit, daß die Mündung der Heberöhre doch noch unter dem Wasserspiegel des angefüllten Gefäßes bleibt. Nachdem das Feuer auf dem Altare erloschen ist, zieht sich die Luft in demselben infolge des Erkaltens wieder zusammen und saugt das Wasser aus dem aufgehangenen Gefäße zurück in den Ballon, und das Gegengewicht sinkt herab und schließt die Tür wieder."

Der in Abb. 96, 2 dargestellte Apparat ist von dem vorigen nur dadurch unterschieden, daß der Hohlraum des Altars mit einem in dem unteren Stockwerk liegenden sackförmigen Schlauch durch eine Röhre verbunden ist. Auf dem Schlauch liegt ein Gewicht auf, das die Stelle des aufgehangenen Gefäßes im vorher beschriebenen Apparat vertritt und schwerer sein muß als das Gegengewicht. Ist der Altar kalt, so drückt dieses Gewicht den Schlauch zusammen und hält die Tempeltür geschlossen. Wird aber das Opferfeuer angezündet, so erwärmt sich die Luft in dem Altar, dehnt sich aus, bläht den Schlauch auf, hebt das darauf ruhende Gewicht und läßt das Gegengewicht frei, so daß dieses die Türen öffnen kann.

Da die Schriften des Philon und des Heron durch Abschriften weit verbreitet wurden, wurden auch die Feuermaschinen, die wir hier kennen lernten, den späteren Zeiten bekannt. Nachdem die Heronschen Schriften im Jahre 1575 zum erstenmal im Druck[3]) erschienen waren, beschäftigte man sich besonders häufig mit derartigen Kraftmaschinen. Vereinzelt finden sich aber auch selbständige Gedanken, um die Kraft des Feuers auszunutzen.

In der in München aufbewahrten kriegstechnischen Handschrift des Italieners Giovanni de Fontana, die um 1420 entstanden sein mag[4]), finden wir die in Abb. 96, 4 wiedergegebene Darstellung einer Vorrichtung, um Wasser durch Feuer zu heben. Bis über die Höhe eines Hauses hinaus führt eine Rohrleitung, die durch die Kraft des Feuers das Wasser in die Höhe schaffen soll. Das Feuer ist auf einem Gefäß angezündet, das rings um das obere Ende des Steigrohres herumgreift. Sobald die auf der Altane des Hauses stehende Frau das Feuer mit einem Deckel überdeckt, wird das Feuer diejenige Luft verzehren, die sich in dem großen Gefäß befindet. Dadurch wird das Wasser durch das Steigrohr hinaufgesaugt werden.

Zweihundert Jahre später wiederholte van Helmont, der Entdecker der gasförmigen Körper, das Experiment, indem er eine Flamme in eine unten in Wasser getauchte Glasglocke einschloß. Durch das Aufsteigen des Wassers in der Glasglocke erklärte er den Beweis für geliefert, daß das Feuer die Luft verzehre. Er bewies damit, was schon Heraklit ums Jahr 490 v. Chr. behauptet hatte. Diesem Philosophen galt nämlich das Feuer als das Urprinzip. Dadurch, daß das Feuer die Luft verzehren konnte, bewies er seinen philosophischen Hauptsatz: „Alle Dinge sind im ewigen Kreislauf des Werdens, das Beharren der Dinge ist nur Schein.“

Leute, die die große Bedeutung von Leonardo da Vinci mehr ahnen als kennen, haben ihm des öfteren die Kenntnis der Dampfmaschine zugeschrieben. Mit Unrecht; denn Leonardo kannte zwar die Dampfkraft und versuchte sie an einem Geschütz zu verwerten, doch finden wir keinerlei Anhalt in seinen Schriften, daß er irgendeine Betriebsmaschine durch Dampf betrieben hätte. Seine sogenannte „Dampfmaschine“ ist eine Warmluftturbine, und sein sogenanntes „Dampfschiff“ ist ein durch Tretvorrichtung bewegtes Schaufelradschiff. Die Warmluftturbine von Leonardo dient zum Betrieb eines Bratenwenders (Abb. 97). Wir sehen einen Kamin, in dessen Schornstein ein vierflügeliges Rad sitzt, dessen Achse eine kurze, wagerecht liegende Welle antreibt. Diese Welle ist mit einer Schnurscheibe versehen, von der aus eine Schnur auf den sich im Feuer drehenden Bratspieß führt. Leonardo bemerkt unter seiner Skizze: „Dieses ist die richtige Art, Fleisch zu braten, weil der Braten sich langsam oder schnell dreht, je nachdem das Feuer mäßig oder stark ist.“ Wie wir aus unserer Abbildung erkennen, hat Leonardo einige Worte, auf die es besonders ankommt, durchstrichen; es scheint also, daß ihm an der Geheimhaltung der Konstruktion sehr viel gelegen war. In der Tat ist die Vorrichtung äußerst einfach und zweckmäßig; denn das Flügelrad wird sich in seiner Geschwindigkeit stets der Stärke des Feuers, in dem der Braten liegt, anpassen. Bei schwachem Feuer wird sich der Braten langsamer drehen, als bei starkem Feuer[5]).

Anscheinend sind derartige Warmluftturbinen bald nach Leonardo da Vinci bekannt geworden, denn in dem zu Augsburg im Jahre 1530 erschienenen Buch „Platina, Von den Speisen“ findet sich ein Holzschnitt, der einen Bratenwender zeigt, der durch einen Schnurantrieb in der gleichen Weise bewegt wird, wie Leonardo dies angab. Bartolomeo Scappi, Mundkoch des Papstes Pius V., veröffentlichte in seinem im Jahre 1570 zu Venedig erschienenen Kochbuch — dem er den etwas anspruchsvollen Titel „Opera di Bart. Scappi“ gab — einen Bratenwender, der durch die Kraft einer Warmluftturbine betrieben wurde. Wie wir aus unserer Abbildung 96, 5 erkennen, geht die Achse des Flügelrades bis zum Herdfeuer hinunter und steht hier durch Zahnräder direkt mit dem Bratspieß in Verbindung. Scappi hat diese Achse nochmals links neben dem Herdfeuer stehend gezeichnet.

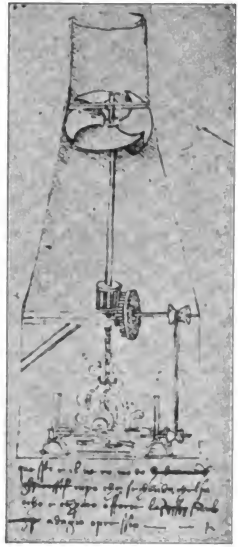


Abb. 97. Bratenwender mit Warmluftbetrieb von Leonardo da Vinci.

Später lassen sich derartige Warmluftturbinen noch verschiedene Male zum Antrieb von Bratenwendern nachweisen; zunächst in dem lange nach dem Tode des Verfassers erschienenen Maschinenbuch von Strada, sodann 1587 in Rumpolts Kochbuch und endlich 1607 in dem Werk über neue Maschinen von Zonca. In konstruktiver Hinsicht bieten auch andere Ausführungen nichts Neues (Abb. 98).

Ehe wir zu den neueren „Heißluftmaschinen“ übergehen, müssen wir noch einer Stelle gedenken, die sich bei Johannes Mathesius, dem Bergprediger von Joachimstal, dem Freunde Luthers, findet. In seiner „Berg-Postilla oder Sarepta, darinnen von allerley Bergwerck und Metallen . . . Bericht gegeben“, erwähnt Mathesius in der zwölften Predigt einen Mann, „der jetzt berg vnnd wasser mit dem wind . . . anrichtet zu heben“. Außer diesem Manne, der also das Windrad benutzte, um das Gestein und das Wasser aus dem Bergwerk heraus zu fördern und zu heben, erwähnt Mathesius noch, daß „man jetzt auch / doch am tag / wasser mit feuer heben solle“. So kurz die Stelle ist, so unklar ist sie zugleich. Man hat bei ihr öfters an einen Versuch mit Dampf gedacht. Ich möchte jedoch eher vermuten, daß irgend jemand damals (1562) einen Ver-

such machte, um einen Aufzug oder ein Pumpwerk durch eine Feuermaschine zu treiben. Auf jeden Fall konnte der Versuch nur im kleinen unternommen werden.

Die Erfindung der „Heißluftmaschine“ wird heute allgemein dem schwedischen Ingenieur Ericsson zugeschrieben. In der Tat beschäftigten sich die Techniker jedoch schon lange vor Ericsson



Abb. 98. Entwurf eines Münzwalzwerks mit Warmluftturbine. Branca 1629. (Das Turbinenrad liegt oben im Schornstein des Schmiedefeuers.)

mit dem Gedanken, eine Kolbenmaschine durch die Kraft der sich ausdehnenden heißen Luft zu treiben. Im Jahre 1794 regte Mead diesen Gedanken zuerst an, und 1807 stellte Georg Caley eine „Feuerluftmaschine“ dieser Art her. Neun Jahre später veröffentlichte Robert Stirling aus Galston eine Heißluftmaschine, die er mit seinem Bruder James später noch wesentlich verbesserte. Die Maschine, die erfolgreich und sparsam arbeitete, wurde 1827 paten-

tiert. In diesem Patent wird besonderer Wert auf die Konstruktion des Kolbens gelegt, damit dieser diejenige Wärme aufnehmen kann, die in der Luft, die ihre Arbeitsabgabe bewirkt hat, enthalten ist. Bei der Umkehr der Bewegung gibt der Kolben die Wärme der gekühlten Luft wieder zurück. Die Vorrichtung stellt also den ersten Wärmeregenerator (Economiser) dar. Übrigens hatte schon der große Leibniz im Jahre 1706 in einem Brief an Papin den Gedanken geäußert, die Wärme zur Verstärkung der Expansion der Luft — allerdings in der Dampfmaschine — nutzbar zu machen.

Die Arbeiten des schon genannten Ericsson gründeten sich auf die im Jahre 1824 von Sadi Carnot aufgestellte Wärmetheorie. Die in seinen „Réflexions sur la puissance motrice du feu" niedergelegten großen Gedanken — sagt Matschoß in seiner jüngst erschienenen Entwicklung der Dampfmaschine — beherrschen auch heute noch die Thermodynamik. Matschoß sagt: „Carnot steht auch bereits der Bewegungstheorie der Wärme im Gegensatz zur damals noch herrschenden Stofftheorie sehr nahe, ohne es allerdings schon deutlich auszudrücken. Aus seinem Nachlaß aber wissen wir, daß er seine ursprüngliche Ansicht, die Wärmemenge bleibe unveränderlich bei Übertragung von einem Körper zum andern, aufgegeben und sogar das mechanische Äquivalent der Wärmeeinheit ziemlich genau bestimmt hat. Mach knüpft daran die interessante Bemerkung: „Man lernt aus der Geschichte der Thermodynamik, daß die veranschaulichenden Vorstellungen, durch welche man sich die Auffassung der Tatsachen erleichtert und vermittelt, doch eine viel geringere Wichtigkeit haben, als das genaue Studium der Tatsachen selbst, durch welches eben erstere Vorstellungen sich so weit anpassen und entwickeln, daß dieselben erst ausgiebige konstruktive Kraft gewinnen. Auch die Stofftheorie der Wärme hätte schließlich die volle Entwicklung der Thermodynamik nicht gehindert. Man hätte sich entschlossen, eine latente Wärme der Arbeit anzunehmen, wie Black eine latente Dampfwärme angenommen hat, welcher letztere Schritt schon ganz im Sinne der Thermodynamik liegt, wie es bereits bemerkt wurde. Die zur Darstellung des schon Bekannten dienenden Vorstellungen wirken eben bald fördernd, bald hemmend auf den weiteren Fortschritt der Forschung." Carnot geht davon aus, daß die Wärme, wie die Dampfmaschine es am besten beweise, große Arbeit leisten kann. Diese Arbeitsleistung ist an dem Übergang von Wärme von einem wärmeren zu einem kälteren Körper gebunden. Temperaturunterschied, ein gestörtes Wärmegleichgewicht ist deshalb zur Arbeitsleistung erforderlich. Umgekehrt kann man durch Arbeit Wärme von einem Körper zum andern schaffen. Um den Höchstwert der Arbeit zu erhalten, werden alle ohne Arbeit erfolgenden Temperaturänderungen zu vermeiden sein. Carnot vergleicht hier die Arbeitsleistung durch die Wärme mit der durch einen Wasserfall. Das Wärmegefälle bestimmt in ganz ähnlicher Weise wie das Wassergefälle die Größe

der Arbeitsleistung. Um die Frage nach dem Höchstgehalt der Arbeit zu beantworten, führt Carnot ein geistreiches „Gedankenexperiment“, den umkehrbaren Kreisprozeß, ein, der — darüber war sich auch Carnot klar — nur als idealer Grenzfall aller denkbaren ähnlichen wirklichen Prozesse anzusehen ist. Aus diesen Betrachtungen ergab sich, daß, von allen Verlusten abgesehen, die Arbeit nur von der Wärme und den Temperaturen, zwischen denen sie überführt wird, nicht aber von dem die Arbeit vermittelnden Stoff abhängig ist. Am Schluß seiner Arbeit beschäftigt sich Carnot näher mit den Wärmekraftmaschinen. Er erkennt, daß nur Dämpfe und Gase vorteilhaft Arbeit vermitteln können. Er nimmt an, daß man aus Festigkeitsrücksichten kaum über 6 Atmosphären bei Dampfmaschinen hinausgehen könne, weshalb nur ein sehr kleiner Teil der in Kohle enthaltenen Wärme ausnutzbar sei. Die in Frage kommenden Verhältnisse ungefähr überschlagend, kommt er zu dem Schluß, daß selbst mit den besten Dampfmaschinen kaum ein Zwanzigstel des theoretisch möglichen Nutzeffektes der Verbrennungswärme der Kohle zu erreichen sei. Den hohen Wert der Expansion erkennt Carnot auch der Theorie entsprechend an. Auch die Heißluftmaschinen werden kritisch behandelt“[6]).

Im Jahre 1820 hatte der Amtmann Prehn in Lauenburg eine Heißluftmaschine erfunden, doch es gelang dem Erfinder nicht, ihr Anerkennung zu verschaffen. Nach seinem Tode gelangten die Pläne nach Dänemark, und es wird deshalb vermutet, daß John Ericsson diese Pläne kennen lernte. Inwieweit diese Vermutung richtig ist, wird sich wohl niemals beweisen lassen. Ericsson begann seine Arbeiten an der Konstruktion einer geschlossenen Heißluftmaschine im Jahre 1833, doch erst 15 Jahre später gelang es ihm, in Neuyork eine Luftexpansionsmaschine von 5 Pferdekräften zustande zu bringen. Nach wesentlichen Umänderungen der Grundprinzipien der Maschine gelangte eine solche auf der Londoner Weltausstellung von 1851 in die Öffentlichkeit. Man setzte damals große Hoffnungen auf diese Betriebsmaschine, die sich jedoch niemals erfüllt haben. Nur als Kleinkraftmaschine hat sich die Heißluftmaschine gelegentlich bis auf unsere Tage erhalten. Sie steht jedoch den Gasmaschinen und den Elektromotoren in jeder Hinsicht nach. Der größte Versuch mit einer solchen Maschine wurde von Ericsson selbst im Jahre 1853 unternommen. Der Erfinder baute eine 600-pferdige Luftexpansionsmaschine in ein Schiff ein, das am 15. Februar des genannten Jahres seine Probefahrt machte. Die Betriebsmaschine arbeitete höchst unvorteilhaft, und es ist niemals mehr ein Versuch unternommen worden, eine Heißluftmaschine für große Kraftleistungen zu bauen.

Dampfmaschinen.

Der Riese Dampf, der durch die dunklen, vor Jahrmillionen von der Sonne aufgespeicherten Kohlen erzeugt wird, ist einer der kräftigsten Kulturträger geworden.

Die Männer, die uns die Dampfmaschine erfanden, zählen zu den größten Wohltätern der Menschheit.

Es ist auf das höchste zu bedauern, daß bis zu unsern Tagen die Stimmen noch immer nicht schweigen, die die Entstehung der Dampfmaschine in weit zurückliegende, dunkle, sagenhafte Zeiten verlegen wollen. Und zu diesen Stimmen gehört sogar der Verfasser der umfangreichen, jüngst im Auftrage des Vereins Deutscher Ingenieure erschienenen „Entwicklung der Dampfmaschine", Conrad Matschoß. Wir lesen dort über die Entstehung der Dampfmaschine [1]): „Die Geburt der Dampfmaschine reicht weit zurück in alte Zeiten, und ihre Entstehung läßt sich bis vor unsere Zeitrechnung zurückverfolgen."

„Welch ungeheurer Unterschied aber liegt zwischen jener ersten Kindheit und der heutigen Entwicklungsstufe. Als es vor fast zwei Jahrtausenden dem Menschengeist zuerst gelang, die Naturkraft, die in unserer Zeit berufen war, die menschlichen Beziehungen und Tätigkeitsgebiete umzugestalten, in seinen Dienst zu zwingen, da war sie ein Geschütz, eine Dampfkanone. Im Märchenlande der alten Pharaonen diente sie einer mächtigen Priesterkaste, das Bedürfnis nach Wundern beim gläubigen Volk zu befriedigen. Ein Spielzeug für müßige Gelehrtenstunden blieb die Dampfmaschine auch im ganzen Mittelalter. Es war ein physikalischer Apparat, der hier und da im Laboratorium seinem Besitzer viel Freude machte. Besonders stolz war der, dem es gelang, mit Dampfkraft einen Bratspieß in Umdrehung zu versetzen. So hat in der Küche die Dampfkraft mit zuerst angefangen, Arbeit zu leisten. Aber auch da war sie noch mehr ein Spielzeug für große Kinder, als eine wirtschaftlich bedeutsame Maschine. Die Gelehrten knüpften tiefsinnige Weltbetrachtungen an den Vorgang der Dampfentwicklung, den sie bei ihren Äolipylen stundenlang zu beobachten nicht müde wurden."

„Hier und da zeigt eine Explosion auch den Ernst und die Gefahr eines solchen Spielzeuges, und die Dampfkraft bewies, daß sie, wie ein Schriftsteller damals sich ausdrückte, wirklich imstande war, auch die verwegensten Menschen in Schrecken zu setzen."

Durch diese Darstellung dreht Matschoß die Kulturgeschichte gewaltsam herum. Es ist durch nichts und nirgends bewiesen, daß das Altertum „ein Geschütz, eine Dampfkanone", benutzt habe. Wir werden zwar von einer Dampfkanone noch hören, die einem gewissen Archimedes zugeschrieben wurde, doch daß dies der berühmte Archimedes des Altertums gewesen, ist nirgendwo gesagt. Die Dampfmaschine gar den ägyptischen Priestern zuzuschreiben, heißt alles verleugnen, was uns die Ägyptologie über die Kulturgeschichte ihres Landes in mühsamen Arbeiten zutage gefördert hat. Und nun gar die Behauptung, die Dampfmaschine sei ein Spielzeug für müßige Gelehrtenstunden des Mittelalters gewesen!

Möchten wir doch endlich das so arg mißachtete Mittelalter in seinem eigenen Lichte erschauen. Wer je die Werke seiner Männer las, kann ihre Arbeiten nicht für das Produkt müßiger Stunden halten. Wer den tiefen Stand der Bildung des Volkes im Mittelalter kennt, darf heute nicht verächtlich an den Taten der Männer vorübergehen, die damals der Gefahr zu Trotz, für Zauberer gehalten zu werden, die Erkenntnis der Naturwissenschaften durch Experimente zu fördern wagten. Daß der „Bratspieß mit Dampfkraft" etwas ganz anderes war, habe ich im voraufgegangenen Kapitel gezeigt. —

Wollen wir die Geschichte der Dampfmaschine nicht, wie Matschoß es tat, mit Redewendungen einleiten, deren Inhalt vor der Kritik nicht standhalten, dann müssen wir uns einmal darüber klar werden, welche Zeiten für die Erfindung der Dampfmaschine überhaupt reif waren.

Gewiß, schon die vorchristlichen Zeiten haben die Dampfkraft gekannt. Dem Mittelalter waren sicherlich manche Versuche der Alten mit gespanntem Wasserdampf noch besser bekannt als uns, denn das Mittelalter besaß die Schriften des Altertums in größerer Zahl als wir. Daß das Mittelalter auch Experimente mit der Dampfkraft machte, haben wir im Kapitel „Püstriche" gehört. Die Renaissance — leider von vielen Leuten dem Mittelalter zugerechnet — versuchte die Dampfkraft nutzbar zu machen.

Warum haben Altertum, Mittelalter und Renaissance dennoch nicht die Dampfmaschine erfunden? Weil ihnen einerseits die Einsicht in die mitwirkenden Naturgesetze fehlte, weil ihnen andrerseits die Technik ermangelte, eine Dampfmaschine herzustellen.

Die Dampfmaschine ist ein folgerichtig hervorgekommenes Produkt der Naturwissenschaften und der Technik. Wer die Stellung dieser beiden Fächer im Altertum und Mittelalter kennt, kann dort die Dampfmaschine niemals suchen.

Wer einmal die Geschichte der Dampfmaschine schreiben will, der muß den an Erkenntnissen und Irrungen reichen Weg verfolgen, den die Naturwissenschaften seit altersher genommen haben. Für uns würde das hier zu weit führen. Wir können uns deshalb

nur auf einen Rückblick auf die einzelnen Dampfkraftapparate und Dampfmaschinen beschränken.

Philon von Byzanz, Vitruv und Heron von Alexandrien vermitteln uns die Kenntnis von der Dampfkraft im griechischen und römischen Altertum. Bei Gelegenheit der Besprechung der Ursache der Winde beschreibt Vitruv (24 v. Chr.) einen Dampfapparat[2]: „Man macht nämlich hohle Äolipylen (Windbälle) aus Bronze. Diese haben eine sehr enge Öffnung, durch die sie mit Wasser gefüllt werden, dann werden sie ans Feuer gestellt und zeigen, bevor sie warm werden, überhaupt keinen Lufthauch. Sobald sie aber anfangen heiß zu werden, so rufen sie im Feuer ein heftiges Wehen hervor.“ Daß es sich bei den Äolipylen nicht um eine müßige Spielerei oder um ein geheimnisvolles priesterliches Werkzeug handelte, entnehmen wir den nächsten Worten des Vitruv: „So kann man aus dem kleinen und sehr kurzen Schauspiel Kenntnis und Urteil über die großen und unermeßlichen Naturgesetze . . . schöpfen.“ Die Äolipyle war also schon vor 2000 Jahren ein Apparat der Experimentalphysik. Da Vitruv ausdrücklich hervorhebt, daß sie nur ein kurzes Schauspiel liefere, kann man an eine Ausnutzung als Kraftmaschine überhaupt nicht denken.

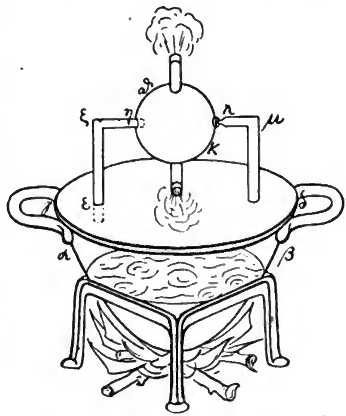


Abb. 99. Aeolsball des Heron von Alexandrien.

Am eingehendsten unterrichtet uns über die Kenntnisse der Dampfkraft des Altertums der Alexandriner Heron, dessen Lebzeit wir nach neuesten Forschungen nicht vor das Jahr 100 n. Chr. ansetzen können[3]).

Zunächst beschreibt er uns einen auf dem Dampf tanzenden Ball: „Unter einem Kessel mit Wasser, dessen Mündung verschlossen ist, wird Feuer angezündet. Von dem Deckel steigt eine Röhre auf, deren offenes Ende in eine kleine, hohle Halbkugel mündet. Werfen wir nun einen leichten Ball in die Halbkugel, so ist die Folge, daß der aus dem Kessel durch die Röhre aufsteigende Dampf den Ball in die Luft hebt, so daß er schwebt und zu springen scheint.“

Eine rotierende Dampfmaschine ist unter dem Namen Äolsball durch Heron bekannt gemacht worden: „Über einem geheizten Kessel soll eine Kugel sich um Zapfen drehen. Es sei $\alpha\,\beta$ (Abb. 99) ein mit Wasser gefüllter, geheizter Kessel. Seine Mündung sei mit dem Deckel $\gamma\,\delta$ verschlossen; durch diesen sei eine gebogene Röhre $\varepsilon\,\zeta\,\eta$ getrieben, deren Ende luftdicht in eine Hohlkugel $\vartheta\,\varkappa$ eingepaßt sei. Dem Ende η liege ein auf dem Deckel $\gamma\,\delta$ feststehender Zapfen $\lambda\,\mu$ diametral gegenüber. Die Kugel sei mit zwei gebogenen, einander diametral gegenüberstehenden Röhrchen versehen, die in sie münden und nach verschiedenen Richtungen umgebogen sind. Wird nun der Kessel geheizt, so ist die Folge, daß der Dampf durch $\varepsilon\,\zeta\,\eta$ in die Kugel dringt, durch die umgebogenen Röhren nach dem Deckel hin ausströmt und die Kugel zur Drehung bringt." Diese Dampfmaschine stellt die älteste Dampfturbine dar.

Anthemios, ein Mathematiker und Baumeister aus Tralles in Kleinasien, der wegen seiner bedeutenden Erfindungen von Kaiser Justinian nach Konstantinopel berufen worden war, machte zwischen den Jahren 553 und 559 eine eigenartige Anwendung von der Dampfkraft[4]). Agathias berichtet darüber: „Zeno hatte ein hohes Haus, sehr geräumig und schön und sorgfältig ausgeschmückt, worin er selbst oft verweilte und gute Freunde als Gäste zu empfangen pflegte. Aber die unteren Räume desselben bildeten zu gleicher Erde zum Teil das Haus des Anthemios, so daß die Decke dazwischen einesteils eine Abdachung, andernteils die Basis für das darüber liegende Stockwerk des Zeno war. Hier stellte er große, mit Wasser gefüllte Kessel in verschiedenen Räumen des Hauses auf. Diese umgab er außen mit ledernen Röhren, und zwar waren diese an ihren unteren Teilen so weit, daß sie den ganzen Umfang des Kessels umschlossen. Dann waren sie nach Art von Trompeten in engere Form übergeführt und verliefen im richtigen Verhältnis. Ihre Enden befestigte er an den Balken und Brettern der Decke. Er heftete sie dort so genau an, daß die von den Röhren aufgenommene Luft (Dampf) aus freiem Antrieb aufstieg, indem sie in deren Höhlung in die Höhe strebte und, soweit sie es bei der Umschließung mit Leder vermochte, an die nackte Dachfläche anstieß. Nach außen aber entwich die Luft nicht. Nachdem dies im geheimen hergerichtet war, brachte er ein mächtiges Feuer unter dem Boden der Kessel und erzeugte eine große Flamme. Allmählich wurde aus dem siedenden, wallenden Wasser viel Dampf (vapor) entwickelt, der ebenso schnell als dicht in die Höhe stieg. Und da er keine Gelegenheit zum Ausströmen hatte, wurde er in die Röhre getrieben und strebte, durch die Enge zusammengepreßt, mit um so größerer Gewalt aufwärts, bis er mit heftigem Anprall an die Decke stieß und das ganze Gebäude erschüttert und bewegt wurde, so daß die Balken allmählich zitterten und knarrten. Die aber bei Zeno waren, wurden von Furcht und Schrecken ergriffen und liefen, die Götter anrufend, laut schreiend und von

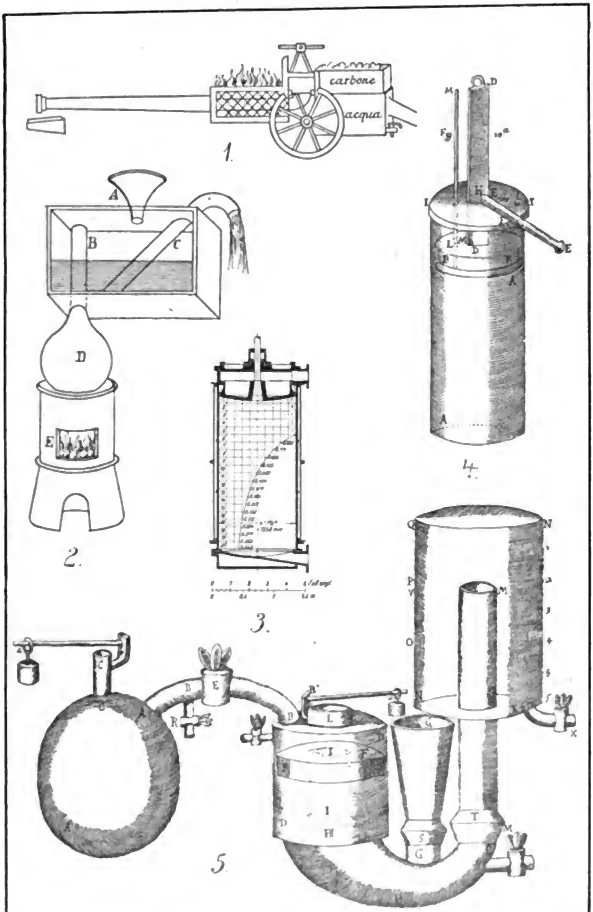


Abb. 100. Zur Entwicklung der Dampfkraftapparate, 1500 bis 1707.

der Schwere des Unglücks erschüttert, auf die Straße; Anthemios aber neckte sie mit der Frage: was sie von dem Erdbeben dächten?"

Außer dieser alleinstehenden Nachricht von einer wirklichen Anwendung der Dampfkraft — denn Agathias ist ein glaubwürdiger Berichterstatter — finden wir nur gelegentlich Erwähnung der Kraft der gespannten Wasserdämpfe. Die wichtigste Nachricht des Mittelalters über diesen Gegenstand wurde uns von Albertus Magnus gegeben. Da sie zur Aufklärung des Zwecks einer angeblichen germanischen Götterfigur dient, habe ich über sie in einem der vorhergehenden Kapitel schon eingehend gesprochen (s. S. 231).

Nun zu der Stelle über die Verwendung der Dampfkraft bei Leonardo da Vinci. Wir finden sie in dem in den Jahren 1488 bis 1497 entstandenen, mit B bezeichneten Manuskript[5]) von Leonardo, das sich gegenwärtig im Besitz der Pariser Akademie der Wissenschaft befindet. In mehreren Skizzen entwirft Leonardo die Gesamtansicht und die Einzelheiten eines Dampfgeschützes. Die Darstellungen sind stark verblaßt, und ich kann deshalb die Gesamtansicht des Geschützes hier nur in einer Umzeichnung geben (Abb. 100, 1). Leonardo bemerkt dazu folgendes: „Eine Erfindung des Archimedes. Architronito (d. h. Erzdonnerer) ist eine Maschine von dünnem Kupfer und wirft Kugeln von Eisen mit großem Geräusche und großer Gewalt. Man gebraucht sie in folgender Weise: der dritte Teil des Instrumentes befindet sich innerhalb einer großen Menge Kohlenfeuer, und wenn er durch dieses gut erhitzt ist, schraube man die Schraube nieder, die sich über dem Wassergehäuse befindet. Wenn man die Schraube darüber niederschraubt, öffnet es sich nach unten, und nachdem das Wasser herabgeflossen ist, fließt es in den erhitzten Teil des Instruments und verwandelt sich plötzlich in eine Menge Dampf, so daß es ein Wunder zu sein scheint; namentlich die Wut zu sehen und den Lärm zu hören. Dieses Instrument warf eine Kugel, die ein Talent wog, sechs Stadien weit."

Bei einer Teilansicht des Dampfgeschützes bemerkt Leonardo: „Mache, daß das Eisen (gemeint ist das Eisen des Wasserbehälters) mitten auf der Tafel stehend, die unten darangehängt ist, damit das Wasser zu gleicher Zeit rings um die Tafel herabfallen kann." Einige weitere Erläuterungen gibt Leonardo von diesem eigenartigen Dampfkraftapparat dadurch, daß er erklärende Worte in die Figuren hineinschreibt. So lesen wir in unserer Abbildung, daß der rechte untere Kasten das Wasser enthält, während sich darüber die Kohle in einem Vorratsraum befindet. Das Feuer brennt, wie wir aus der Abbildung erkennen, rings um den hinteren Teil des Geschützrohres. Zwischen Kohlenkasten und Feuerraum liegt das Ventil, das dem Wasser den Zutritt in den vom Feuer erhitzten Raum im geeigneten Augenblick gestattet. Der Feuerungsraum, der da hinein gehörige Feuerungskasten und andere Einzelheiten sind von Leonardo durch besondere Skizzen noch erläutert. Aus einer Skizze

erkennt man, daß durch den Wasserkasten und durch den Feuerungsraum ein Rohr so hindurchführt, daß man dadurch das Geschütz auf das Ziel einstellen kann. Um den Architronito ins Feld zu transportieren, setzt Leonardo ihn, wie er ausdrücklich hervorhebt, auf Räder.

Die eingehende Beschreibung dieses Dampfgeschützes läßt schon vermuten, daß Leonardo das Geschütz genau durchdacht hatte. Aus seinen Worten „dies Geschütz warf eine Kugel" ersehen wir, daß Leonardo es tatsächlich anwandte. Sich selbst schreibt er die Erfindung des Dampfgeschützes nicht zu, sondern er berichtet, es sei eine Erfindung des Archimedes. Wer dieser Archimedes war, wissen wir nicht, denn es gab damals mehrere tüchtige Ingenieure, die den Beinamen Archimedes trugen. Einer von ihnen war der schon oft genannte Jacopo Mariano aus Siena. Soweit dessen Manuskripte, die sich in München, Paris und Venedig befinden, bekannt sind, findet sich darin keine derartige Konstruktion eines Dampfgeschützes. Es wäre jedoch immerhin möglich, daß die Erfindung des Architronito auf Mariano zurückginge. Auf jeden Fall liegt kein Grund vor, in diesem Dampfgeschütz eine Erfindung des Archimedes von Syrakus, der ums Jahr 250 v. Chr. lebte, anzunehmen. Was wir von Archimedes wissen, und das ist recht viel, bietet uns keinerlei Anhalt für die Kenntnis eines Dampfgeschützes. In der ganzen Form und Anordnung stellt das Dampfgeschütz eine Maschine dar, die den Pulvergeschützen nachgebildet ist. Es konnte also nur in einer Zeit erfunden werden, die die Geschütze kannte.

Es sei hier nochmals ausdrücklich wiederholt, daß sich in den Manuskripten von Leonardo irgendwelche andere „Dampfmaschinen, Dampfschiffe" oder dergleichen nicht finden. Daß man damals allerdings an die Möglichkeit der Verwendung der Dampfkraft dachte, geht aus der Vorrede zum Vitruv hervor, die Cesariano zwei Jahre nach Leonardos Tod in Como erscheinen ließ. In der Vorrede werden Ausblicke auf die Möglichkeit der Verwendung der Dampfkraft im Kriege gegeben[6]).

Daß man sich schon früh mit der Frage der Verdampfung des Wassers beschäftigte, geht aus einem im Jahre 1569 zu Orleans erschienenen Werk „L'art et science de trouver les eaux" hervor. Der Verfasser hatte sich die Frage vorgelegt, wieviel Dampf er aus einem Teil Wasser erhalten könne, und er fand, daß der Dampf den zehnfachen Raum einnehme als das Wasser, aus dem er gebildet wurde: „Durch Wärme und Verdünnung werden aus einem Teil Wasser zehn Teile Luft (Dampf) gebildet." Man nahm bisher an, Giambattista della Porta habe im Jahre 1601 den ersten Versuch zur quantitativen Bestimmung, in wieviel Dampf eine bestimmte Wassermenge sich auflöse, gemacht. Aus dem Vorhergesagten sehen wir, daß Porta bereits einen Vorgänger hatte. Porta beschäftigt sich allerdings eingehend mit den Dampfapparaten[7]). So konstruiert

er ein Gefäß, um Wasser durch Feuerkraft in die Ferne zu schleudern. Es ist eine hohle Pyramide, die an der Spitze eine sehr feine Öffnung hat. Setzt man sie, mit Wasser gefüllt, auf ein Feuer, so wird das Wasser in langem Strahl herausgetrieben. Seinen Versuch zur quantitativen Bestimmung der Verdampfung beschreibt Porta im Anschluß an die nebenstehende Abb. 100, 2 folgendermaßen: „Man mache einen Kasten (BC) von Glas oder Zinn. Im Boden habe er ein Loch, wodurch die Röhre einer Destillierblase geht, die wir mit (D) bezeichnen. Sie enthalte ein oder zwei Unzen Wasser. Der Hals sei in dem Boden des Kastens verlötet, so daß nichts aus ihm herauslaufen kann. Eine Röhre stehe vom Boden dieses Kastens so weit ab, als zum Auslaufen des Wassers genügt, gehe durch den Deckel und ein wenig über seine Oberfläche hinaus. Man fülle den Kasten durch das Loch (A) und verschließe es gut, so daß keine Luft entweichen kann. Endlich setze man die Destillierblase über ein Feuer und erwärme sie langsam, damit, wenn das Wasser sich in Luft auflöst, diese auf das Wasser in dem Kasten drückt und es zwingt, in der Röhre (C) in die Höhe zu steigen, aus der es dann herausfällt. Man erwärme das Wasser (in der Destillierblase) so lange, bis es alle geworden ist. Während es verdampft, drückt es fortwährend auf das Wasser im Kasten und treibt dieses aus. Wenn die Verdampfung beendet ist, messe man, wieviel Wasser dem Volumen nach aus dem Kasten geflossen ist, denn an die Stelle des ausgeflossenen Wassers wird ebensoviel Dampf getreten sein, und aus der Menge des ausgeflossenen Wassers erkennt man, daß das verdampfte Wasser sich in ebensoviel Luft aufgelöst hat."

Einen sehr einfachen Apparat, um „Wasser mit Hilfe des Feuers höher zu treiben, als das Wasser steht," gab Salomon de Caus an. De Caus[8]) hatte dadurch eine Zeitlang die zweifelhafte Ehre, von seinen Landsleuten, den Franzosen, für den Erfinder der Dampfmaschine gehalten zu werden. Wir werden über den Lebenslauf dieses vielseitigen Mannes in dem Kapitel über Sonnenkraftmaschinen noch Näheres hören. Über zweihundert Jahre nach seinem Tode machte der große Arago in einem Artikel darauf aufmerksam, de Caus müsse als Erfinder der Dampfmaschine gelten, und Henry Berthoud veröffentlichte im Musée des familles einen von ihm erfundenen Brief, den Marion Delorme an Cinq-Mars geschrieben haben soll. Die Marion berichtet darin, sie habe de Caus im Irrenhause angetroffen. Der arme Mann werde dort zurückgehalten, weil er dem mächtigen Richelieu unbequem geworden sei. De Caus sei geistig völlig gesund und habe Richelieu nur dadurch belästigt, daß er ihm die Erfindung eines durch Dampfeskraft betriebenen Schiffes mehrmals unterbreitet habe. Dieser erlogene Brief, dessen Urheberschaft Berthoud anerkennen mußte, ging durch alle Blätter. Die Dichter machten sich ebenso über das dramatische Thema her, wie die Maler. Ein Trauerspiel von Emil Brachvogel wurde sogar

auf der Bühne des Königlichen Schauspielhauses in Berlin aufgeführt. Auch erschien noch 1881 in Stettin ein anonymes Drama über de Caus. Obwohl die Fälschung verschiedentlich nachgewiesen wurde, kommt sie von Zeit zu Zeit einmal wieder als historische

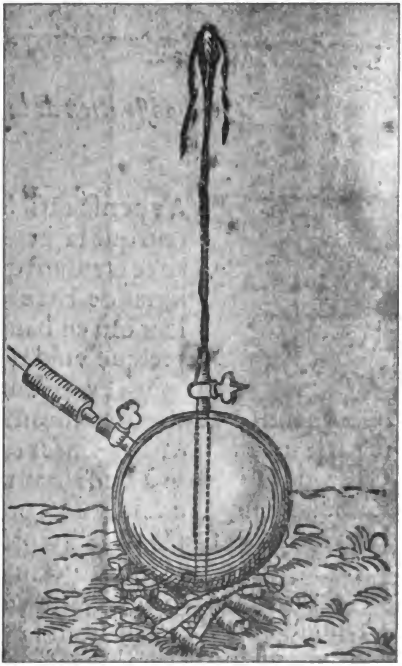


Abb. 101. Dampfkraftapparat von S. de Caus.

Tatsache an die Öffentlichkeit. Der Versuch von de Caus beschränkt sich auf ein sehr einfaches Experiment, das von de Caus durch die obenstehende Abb. 101 erläutert und in der deutschen Ausgabe von 1615 folgendermaßen beschrieben wird: „Das Wasser wird durch Hülff dess Fewers höher getrieben / als es in seiner Wogen stehet.

Zvm dritten kan das Wasser auch mit Fewer übersich getrieben werden / darzu man vnterschiedliche machinas kan gebrauchen / deren ich alhie eine wil vorstellen. Nim eine kupffere Kugel A welche vberal wohl verwaret vnd gelötet. Darauff ist ein Zapffen B an der seiten / durch welchen man das Wasser hineinthut. Oben gehe einet Röhre herab B. C. deren End C biss bey den Grundt gemeldter Kugel reichet / doch das sie nicht daran stehe. Fülle diese Kugel mit Wasser / nach dem Zapffen wol zu / vnd stelle sie auff ein Fewer / so wirstu sehen / wie die Hitze das Wasser durch die Röre BC vbersich und heraus treibt."

De Caus hat ein anderes Experiment angegeben, das man bisher viel zu wenig beachtete. Es ist ein Versuch über die Kondensation, d. h. die Verdichtung des Dampfes. Dabei spricht de Caus zum erstenmal klar aus, daß der Wasserdampf verflüchtigtes, evaporiertes Wasser sei und das sich bei der Abkühlung wieder in dieselbe Menge flüssigen Wassers verwandele, woraus man es durch Erhitzung gewonnen habe. Erst lange nach de Caus hat man die Kondensation wiederum richtig erkannt.

Vier Jahre nach dem Tode von de Caus erhielt am 21. Januar 1630 ein Engländer, namens David Ramseye, das englische Patent Nr. 50, um „Wasser durch Feuer in tiefen Bergwerken zu heben". Da die englischen Patente damals keinerlei nähere Beschreibung der Apparate erforderten, so wissen wir nicht, wie sich Ramseye seinen Dampfapparat dachte und ob die Maschine überhaupt ausführungsfähig gewesen wäre. Als erstes Dampfmaschinenpatent ist diese Patenterteilung aber nicht ohne Interesse.

Daß man sich damals in England allerdings ernstlich mit dem Gedanken beschäftigte, Wasser mit Maschinenkraft empor zu fördern, geht aus einem Buch hervor, das ein gewisser Isaac de Caus 1644 unter dem Titel „Neue Erfindung um das Wasser höher zu heben als seine Quelle" in französischer Sprache erscheinen ließ. Ob dieser de Caus mit dem früher genannten französischen Ingenieur verwandt war, ließ sich noch nicht feststellen.

Wollen wir kleinere Berichte über Dampfapparate, z. B. den des Paters Dobrzensky (1659), übergehen[9]), dann brauchen wir erst bei einem Engländer, Edward Lord of Somerset, Halt zu machen. Lord Somerset[10]) erhielt Rang und Name eines Marquess of Worcester und machte diesen Namen durch eine lange Reihe von Erfindungen aller Art bekannter als berühmt. Die Engländer haben sich bis in die neueste Zeit hinein die größte Mühe gegeben, den Marquess zum Erfinder der Dampfmaschine zu erheben. Das am 15. November 1661 unter Nr. 131 auf 99 Jahre an den Marquess of Worcester erteilte Patent betraf eine Maschine, um Wasser durch Feuer in die Höhe zu treiben. Von verschiedenen Seiten wird behauptet, Worcester habe seinen Dampfkraftapparat sogar ausgeführt. Man zeigt in England an einer alten Schloßmauer sogar noch verschiedene Mauerreste und Nischen, woran das Maschinengerüst einmal befestigt

gewesen sein soll. Worcester ließ im Jahre 1663 in London ein Buch erscheinen, in dem er hundert seiner Erfindungen beschrieb. Die 68. davon betrifft sein „Feuer-Wasserwerk“ und lautet:

„Eine wunderbare und höchst kraftvolle Art, Wasser durch Feuer in die Höhe zu treiben, nicht durch Anziehen oder Ansaugen, denn das kann, wie die Philosophen sagen, nur infra sphaeram activitatis, d. h. nur auf eine gewisse Entfernung (Höhe) geschehen, sondern diese Art hat keine Grenzen, wenn die Gefäße stark genug sind. Denn ich habe ein Stück von einer ganzen Kanone, deren Ende zersprungen war, genommen und zu drei Viertel mit Wasser gefüllt, und nachdem ich das zerbrochene Ende, sowie das Zündloch verstopft und verschraubt und ein anhaltendes Feuer darunter gemacht hatte, barst es innerhalb 24 Stunden mit einem lauten Knall; so daß, nachdem ich ein Mittel gefunden hatte, meine Gefäße so zu machen, daß sie durch die Kraft darin verstärkt werden und sich eines nach dem anderen füllt, ich das Wasser in einem andauernd 40 Fuß hohen Springbrunnenstrahl ausströmen sah. Ein Gefäß voll Wasser, das durch Feuer verdünnt wird, treibt 40 Gefäße kalten Wassers in die Höhe. Und ein Mann, der den Apparat bedient, hat nur zwei Hahnen zu drehen, damit, wenn ein Gefäß voll Wasser verbraucht ist, ein anderes zu drücken anfängt und es sich wieder mit kaltem Wasser füllt, und so abwechselnd, wobei das Feuer gewartet und gleichmäßig erhalten wird, was dieselbe Person gleichfalls in der Zwischenzeit zwischen den notwendigen Umdrehungen der genannten Hahnen besorgen kann.“

Da der Versuch mit einem Kanonenrohr gemacht wurde, muß man annehmen, daß Worcester seinen Versuch bereits mit hoher Dampfspannung vornahm und daß auch sein erweiterter Versuch eine Hochdruck-Dampfmaschine war. Obwohl der Erfinder mit Karl II. von England 1663 einen besonderen Vertrag abschloß, demzufolge ihm gegen Abgabe eines Zehntels der Einnahmen die Nutznießung seiner Erfindung gewährleistet wurde, gelang es ihm nicht, einen Vorteil aus ihrer Anwendung zu ziehen. Es scheint sogar, daß Worcester nicht über die Errichtung eines Modells hinauskam. Zu dessen Besichtigung lud er Karl II. allerdings im Jahre 1663 ein. Eine andere von ihm erbaute große Maschine, „um London mit Wasser zu versorgen“, war eine hydraulische Maschine, von der nichts berichtet wird, was irgendwie auf die Anwendung der Dampfkraft schließen läßt. Sie wurde am 29. Mai 1669 vom Großherzog von Toscana, der bei Karl II. zu Besuch war, im Betrieb besichtigt. Die Beschreibung des herzoglichen Sekretärs erwähnt, daß bei ihr das Wasser durch die Arbeit nur eines Mannes bis auf 12,2 Meter Höhe (40 Fuß) gehoben wurde. Es ist aber doch wohl nicht ausgeschlossen, daß der Berichterstatter die Anwendung der Dampfkraft übersah oder daß er in der Erhitzung des Wassers nichts Neues erblicken konnte und deshalb allgemein von einer hydraulischen Maschine sprach.

Ehe wir uns den Arbeiten von Denis Papin, dem Erfinder der Dampfmaschine, zuwenden, müssen wir noch kurz auf ein Manuskript hinweisen, das Samuel Morland, der Vorsteher der Wasserwerke Ludwigs XIV. von Frankreich, im Jahre 1683 verfaßte[11]). Nach der Zeit zu urteilen, wurde Morland, ein geborener Engländer, durch die Arbeiten von Papin angeregt. Das Manuskript beschäftigt sich mit der „Hebung des Wassers durch jede Art von Maschinen" und enthält nebenstehenden beachtenswerten Satz: „Das durch die Kraft des Feuers verdampfte Wasser nimmt sogleich einen etwa 2000mal größeren Raum ein als vorher, und zu gewaltsam, um sich einsperren zu lassen, würde es eher eine Kanone sprengen; aber nach den Gesetzen der Statik regiert und von der Wissenschaft dem Gesetz von Maß, Druck und Gleichgewicht unterworfen, wird der Dampf seine Last tragen, guten Pferden vergleichbar; so wird er den Menschen von großem Nutzen sein, besonders zum Wasserheben, gemäß der folgenden Tabelle, die zeigt, wieviel Pfund von halb mit Wasser gefüllten Zylindern 1800mal in der Stunde 6 Zoll (152 mm) hoch gehoben werden können; auch werden die verschiedenen Durchmesser und Höhen angegeben." Leider ist aus der Tabelle in keiner Weise zu entnehmen, wie die Anordnung und Benutzung der Zylinder gedacht ist. Matchoß hat berechnet, daß die Leistung einer Morlandschen Dampfmaschine von 608 mm Zylinderdurchmesser und 1219 mm Hub nur 0,058 Pferdekraft betragen hätte. Morland gebührt das Verdienst, der erste gewesen zu sein, der mit Sorgfalt und einem verhältnismäßig großen Grad von Genauigkeit Verdampfungsversuche anstellt.

Wie ich schon einmal sagte, wir können uns hier nicht mit allen den Ereignissen beschäftigen, die damals für die Entwicklung der Dampfmaschine von grundlegender Bedeutung waren. Wir müssen des beschränkten Raumes halber hier die Entdeckung der Gesetze des Luftdruckes, die Erfahrungen des Druckes des Pulvergases in den Feuerwaffen und vieles andere unberücksichtigt lassen, was die Naturforscher des 17. Jahrhunderts immer mehr zur Untersuchung der Geheimnisse des gespannten Wasserdampfes hinlenkte. Endgültig hatte man im 17. Jahrhundert den fast zwei Jahrtausende feststehenden Begriff vom horror vacui überwunden, d. h. man glaubte nicht mehr daran, daß es in der Natur eine „Furcht vor dem Leeren" gäbe. Man wußte jetzt, daß die atmosphärische Luft mit großem Gewicht auf den Körper drückt. Die Arbeiten von Galilei, Porta, Torricelli, Guericke und Boyle haben die Erfindung der Dampfmaschine weit mehr vorbereitet, als die Experimente von de Caus, Worcester oder Morland. Nicht ein Techniker, sondern ein Physiker wurde deshalb der Erfinder der Dampfmaschine.

Dieser Mann, Denis Papin, war ein geborener Franzose, wirkte später in Deutschland und starb, nachdem er viele Erfolge erzielt hatte, nach dem Jahre 1709 als Verschollener in England. In Frankreich war er Assistent des großen niederländischen Physikers Huy-

gens, darauf kurze Zeit Gehilfe des englischen Physikers Boyle. 1687 wurde er Professor an der hessischen Universität in Marburg. Landgraf Karl von Hessen wünschte von ihm die Verbesserung der Wasserkünste auf Wilhelmshöhe bei Kassel, denn er hatte gehört, daß man an den berühmten Wasserkünsten zu Versailles ähnliche Versuche unternommen, die von Huygens ausgegangen waren. Als Kraft für die Versuchsmaschine diente in Versailles das Schießpulver, d. h. man versuchte eine Gasmaschine mit hohem Druck. Da wir von diesen Versuchen in einem der nächsten Kapitel noch eingehend hören werden, brauchen wir uns bei der Beschreibung der Maschine nicht aufzuhalten.

Da es lebensgefährlich war, die Schießpulver-Gasmaschine zu bedienen, so griff Papin auf eine seiner früheren Untersuchungen zurück. Er hatte nämlich 1674 beobachtet, daß die Siedetemperatur des Wassers vom Druck abhängt und das Wasser viel weniger erwärmt zu werden braucht, wenn es unter niedrigerem Druck kochen soll, als bei höherem. Auf dieser Beobachtung fußend, erfand er im Jahre 1681, wohl in London, den nach ihm benannten Kochtopf [12]). Um gefährliche Drucküberschreitungen zu verhüten, brachte Papin ein Sicherheitsventil daran an. Von diesen Versuchen ausgehend, fand er 1687 einen Ausweg: er ersetzte das gefährliche Schießpulver durch Wasser, benutzte also statt des Gasdrucks den Dampfdruck: „Da das Wasser die Eigenschaft hat, nachdem es durch Feuer in Dämpfe verwandelt worden, so elastisch wie Luft zu werden und nachher durch Abkühlen sich wieder so gut zu verdichten, daß es vollkommen aufhört, elastisch zu sein, so habe ich geglaubt, daß man leicht Maschinen machen könnte, in denen das Wasser mittels mäßiger Wärme und geringen Kosten die vollständige Leere hervorbringen würde, die man vergeblich mit dem Schießpulver zu erzielen versucht hat."

Die Beschreibung [13]) dieser Maschine erschien unter Beifügung der Abb. 100, 4 im Jahre 1690 in der Deutschen Gelehrten-Zeitschrift. Die Bedienung der Maschine geschieht in folgender Weise: man füllt etwas Wasser in den Zylinder und senkt den Kolben bis auf das Wasser hinab, wobei die im Zylinder eingeschlossene Luft durch zwei Löcher im Kolben und Deckel entweichen kann. Die Löcher werden dann durch eine Stange verschlossen. Jetzt wurde die Maschine ins Feuer gelegt, so daß der sich entwickelnde Dampf den Kolben bis in die höchste Lage drückte und hier durch eine einschnappende Klinke festgehalten wurde. Kondensierte man jetzt den Dampf und löste die Klinke aus, dann drückte der äußere Luftdruck den Kolben herab. Nach den Berechnungen von Papin leistete eine derartige, allerdings recht umständlich zu bedienende atmosphärische Dampfmaschine von 63 mm Zylinderweite etwa 1 Pferdekraft. Zur Verbindung mit einer Pumpe oder dergl. war die Maschine am Ende der Kolbenstange mit einer Öse ausgestattet. Ums Jahr 1698 baute Papin zu Kassel seine erste Dampfmaschine, die jedoch

vom Eisgang der Fulda vorzeitig zerstört wurde. Inzwischen war in England dem Ingenieur Thomas Savery am 25. Juli 1698 das englische Patent Nr. 356 auf eine Dampfmaschine zum Wasserheben erteilt worden. Sie stellte insofern eine wesentliche Verbesserung der damals allerdings noch nicht veröffentlichten Papinschen Maschine dar, als der Dampf in einem besonderen Kessel erzeugt und in zwei anderen Behältern benutzt wurde. Während er das Wasser aus dem einen Behälter heraustrieb, saugte er gleichzeitig im andern durch Kondensation des Dampfes das zu hebende Wasser direkt an. Savery hat das große Verdienst, in England auf die Bedeutung der Dampfmaschine für die Industrie unentwegt hingewiesen zu haben.

Leibniz, der große Philosoph, der mit Papin befreundet war, schickte diesem die Zeichnungen der neuen englischen Maschine, und da Papin sah, daß darin sein Grundgedanke verwertet war, gelang es ihm, vom Landgrafen von Hessen Mittel zum Bau einer neuen Dampfmaschine zu erhalten. Mit ungenügenden Vorbereitungen, mit ungeschickten Handwerkern begann Papin die Arbeit. Am 23. März 1705 schrieb er darüber an Leibniz: „Ich kann es Ihnen versichern, je mehr ich vorwärts komme — mit der Maschine —, um so mehr sehe ich mich imstande, den Wert dieser Erfindung zu schätzen, die der Theorie nach die Kräfte der Menschen bis ins Unendliche steigern muß. Was aber die praktische Seite anbelangt, so glaube ich ohne Übertreibung behaupten zu können, daß mit Hilfe dieses Mittels ein einziger Mensch die Arbeit von sonst hundert verrichten wird. Allerdings gebe ich zu, daß Zeit dazu erforderlich sein wird, um es bis zu dieser Vollkommenheit zu bringen. Sie können überzeugt sein, daß ich alles tun werde, was in meinen Kräften steht, damit die Sache gut und zur Zufriedenheit vonstatten geht, obwohl ich hier nur schwer einigermaßen brauchbare Arbeiter erhalten kann. Indessen hoffe ich, daß mit Gottes Hilfe die Geduld endlich über alle Schwierigkeiten triumphieren wird.“

Nach vielen Mühen war die Maschine im Juli oder in der ersten Hälfte des August des Jahres 1706 in Kassel an der Hofmauer des Kunsthauses aufgestellt und wurde in Gegenwart des Land-Grafen Karl versucht. Unsere Abb. 100, 5 gibt die Anordnung der Maschine schematisch nach einer im Jahre 1707 von Papin gemachten Veröffentlichung[14]) wieder. Der links sichtbare runde Dampfkessel hatte einen Durchmesser von etwa einem halben Meter und eine Höhe von fast 69 Zentimeter. Er war mit einem Sicherheitsventil versehen und gab seinen Dampf durch eine kurze Rohrleitung B an den Arbeitszylinder D ab. Der Hahn E konnte dieses Rohr abschließen. Der Dampf drückte im Zylinder den Kolben F abwärts. Unter diesem Kolben befand sich das Wasser, das gefördert werden sollte. Sobald also der Kolben niederging, wurde das Wasser in dem Rohr HTM emporgehoben. Das Wasser wurde durch den Trichter G eingefüllt. Um den Dampf im Augenblick des Eintrittes in den Zylinder expandieren zu lassen, führte Papin durch die

Öffnung L ein glühendes Eisenstück in den Dampfraum ein. Bei dem erwähnten Versuch konnte Papin trotz des schlechten Zustandes der von ungeschickten Handwerkern gefertigten Steigrohre das Wasser zwei Stockwerk hoch emporheben. Papin berichtet darüber in einem Brief vom 19. August 1706: „Als man nun zum Versuch kam, sah man, daß in der Tat das Wasser aus allen Verbindungsstellen heraustrat, und das geschah an der untersten in so starkem Strahl, daß Seine Hoheit sich bald dahin aussprach, dieser Versuch könne nicht gelingen. Aber ich bat ihn ganz untertänigst, ein wenig zu warten, weil ich glaubte, daß die Maschine genug Wasser liefern würde, um es trotz der beträchtlichen Verluste in die Höhe zu bringen. Und wirklich, als die Versuche fortgesetzt wurden, sahen wir vier- oder fünfmal das Wasser bis zum Ende des Rohres steigen."

Die politischen Verhältnisse Deutschlands waren damals so ungünstig, daß der Landgraf von Hessen der Erfindung, deren Wert er wohl erkannte, sein Interesse nicht mehr zuwenden konnte. Papin glaubte in England, von wo er früher schon ein Amt angeboten bekommen hatte, mit seinen Ideen schneller weiterzukommen. Er schiffte sich mit seiner Familie auf einem kleinen, von ihm erbauten durch Schaufelräder bewegten Schiff in Kassel ein, um durch die Fulda und die Weser an die Nordsee zu gelangen. Obwohl ihm auf ein Gesuch das Befahren der Weser auf eignem Schiff in Anbetracht der bestehenden Privilegien der Schiffer nicht gestattet worden war, versuchte Papin die Einfahrt zu erzwingen. Es kam dadurch mit den Schiffern zu einem heftigen Zusammenstoß und sein Fahrzeug wurde ihm zerstört. Hieraus ist das Märchen entstanden, die Weserschiffer hätten aus Haß gegen alles Neue Papins „Dampfschiff" zerstört. Tatsächlich wurde dieses Schiffchen durch Drehen von Handkurbeln, nicht durch Dampf bewegt. Schon oft genug ist dies einwandfrei nachgewiesen worden[15]), ich hoffe aber nicht mehr darauf, daß die Legende jemals wieder aus der Literatur verschwindet. In England ging es Papin so schlecht, daß er nur noch selten an seine deutschen Freunde Nachricht gab. Wir wissen nicht, wann und wo der große Mann starb.

In den Jahren 1705 bis 1711 beschäftigten sich der Grobschmied Thomas Newcomen und der Glaser John Cawley, beide aus Dartmouth in Devon, mit den Papinschen Versuchen und brachten es bis zu einer wirtschaftlich brauchbaren Betriebsmaschine, um mit Hilfe des Dampfes einen luftverdünnten Raum zu erzeugen[16]). Den Dampf erzeugten sie in besonderem Kessel. Die Kolbenstange hingen sie an das eine Ende eines großen Wagbalkens und schufen damit die weit über ein Jahrhundert gebräuchlich gebliebene Form der sogenannten Balanciermaschine. An einer Newcomenschen Maschine soll ein jugendlicher Arbeiter namens Potter im Jahre 1712 die selbsttätige Steuerung der Dampfhahnen erfunden haben. Bis jetzt war es nicht möglich, diese weitverbreitete Angabe auf ihre Richtigkeit zu prüfen. Gewiß ist, daß Leibniz schon im Jahre 1707 in einem

Brief[17]) an Papin den Vorschlag machte, die Hahnen so mit der Maschine zu verbinden, daß sie sich selbsttätig öffnen und schließen könnten.

In England brachten die Industriellen der neuen Kraftmaschine das größte Interesse entgegen, und bald kamen verschiedene Maschinen in Betrieb. In Deutschland war es wiederum Kassel, wo die Betriebsdampfmaschine ihren Einzug zuerst hielt. Landgraf Karl von Hessen ließ 1715 durch den hessischen Hauptmann Johann Heinrich Weber eine Newcomensche Maschine aus England holen und an der Wallmauer in Kassel zum Betrieb eines Pumpwerks aufstellen[18]). Diese erste in Deutschland dauernd im Betrieb gewesene Dampfmaschine blieb 50 Jahre lang auf ihrem Platze. Ihr großer Zylinder steht noch heute im Hofe des Kasseler Museums. Ein durch Sachkenntnis in seinem Urteil ungetrübter Geschichtsforscher hat darauf die Aufschrift anbringen lassen, dieser Zylinder stamme von Papin! Auch dies ist schon genügend berichtigt worden, bleibt aber dennoch. Ja, die Kasseler haben sogar im Jahre 1906 sich einen „Papin-Brunnen" erbaut, den die Figur eines Jünglings krönt, der „das Modell jenes ersten Dampfbootes emporhebt, . . . darin Papin, . . . der geniale Erfinder des Dampfbootes, . . . glücklich bis Hannöversch Münden gekommen war, . . . wo der Unverstand der in ihrem Erwerb sich bedroht glaubenden Schiffer es zerstörte, nur der gußeiserne Dampfzylinder blieb unversehrt und wird im Hof des Kasseler Museums bewahrt[19])."

Auf diese Weise „macht" man in unserer erfindungsreichen Zeit Geschichte der Erfindungen. Papin hat nie in seinem Leben in einem Dampfschaff gesessen, sintemalen es deren damals noch keine gab. Der Kasseler Dampfzylinder ist, wie die eingegossene Schrift erkennen läßt, bei einer englischen Firma gegossen und unzweifelhaft erst 1715 nach Kassel gekommen. Über die ganze Geschichte ist schon ein breiter Strom von Tinte und Druckerschwärze hinweggeflossen, und dennoch mußten die Kasseler durch die Bekrönung ihres Denkmals ihre Unmündigkeit in lokalhistorischen Dingen öffentlich dokumentieren. Die Galerie der erfundenen Erfinderdenkmäler ist dadurch um eine Nummer bereichert worden: das Haarlemer Denkmal für Coster, den Nichterfinder der Buchdruckerkunst, ein solches in Kufstein für Madersperger, den Nichterfinder der Nähmaschine, eine Denktafel in Aosta für Manzetti, der nicht das Telephon, das Annaberger Standbild für Barbara Utmann, die das Spitzenklöppeln nicht erfunden, das Standbild für Berthold Schwarz in Freiburg, der das Schießpulver nicht erfunden, und das Offenburger Drake-Denkmal für einen Mann, der weder mit Offenburg noch mit der Kartoffel etwas zu tun hat.

Die von Branca angegebene Dampfturbine (Abb. 82) wurde im Jahre 1705 wieder den Fachleuten in Erinnerung gebracht. Niemand scheint aber auf diese einfache und wichtige Maschine geachtet

zu haben. Erst 1852 konstruierte Christian Chile die erste brauchbare Dampfturbine. In den nächsten Jahrzehnten beschäftigten sich dann viele Konstrukteure mit der Schaffung einer Dampfturbine, doch erst dem Engländer Charles Algernon Parsons gelang es im Jahre 1884 eine Turbine zu konstruieren, die den Dampf in seinen verschiedenen Druckstufen auszunutzen imstande war. Lange fand diese epochemachende Erfindung keine Beachtung. Erst als der Schwede Gustaf de Laval auf der Pariser Weltausstellung im Jahre 1900 eine wesentlich ungünstiger arbeitende, jedoch rasend schnell laufende Turbine ausstellte, wandte sich das Interesse den Dampfturbinen zu. Wo sich die Dampfturbine mit schnellaufenden Wellen, z. B. mit Dynamomaschinen, Zentrifugalpumpen und Schiffsschrauben direkt kuppeln läßt, arbeitet sie äußerst sparsam und ist auch billiger und kleiner als eine Kolbendampfmaschine.

Doch zurück zur Dampfmaschine nach England. Eine lange Reihe von Männern machte sich dort an die technische Vervollkommnung der Einzelheiten der Maschine, und besonders in den Bergwerksgebieten kamen viele Dampfmaschinen in Betrieb.

Ein junger schottischer Mechaniker in der Werkstätte der Universität Glasgow beschäftigte sich seit 1759 mit dem Gedanken der Verwertung der Dampfkraft. Seit 1762 machte er Versuche, aber erst als ihm im folgenden Jahr der Auftrag erteilt wurde, das der Universität gehörige Modell einer Newcomenschen Dampfmaschine instand zu setzen, wandte er sein Interesse dauernd der Verbesserung dieser neuen Maschinenart zu. Es gibt ein hübsches Bild, das den jungen James Watt im Kreise seiner Familie zeigt, wie er sinnend den brodelnden Teekessel beobachtet. Es geht das Märchen, Watt habe schon als Knabe zu erforschen gesucht, warum sich der Deckel eines Teekessels, währenddem das Wasser kocht, abwechselnd hebt und senkt. In Wirklichkeit fielen Watts Untersuchungen am Teekessel in den Winter 1763/64 und hatten den Zweck, die Kondensationsverhältnisse des Dampfes zu untersuchen. Er kam dabei auf den Gedanken, den Kondensator mit der Luftpumpe auszustatten und vom Zylinder zu trennen. Das erste Modell dieser Vorrichtung besitzt noch heute das Museum zu Kensington-London. Im Jahre 1767 konstruierte Watt die doppeltwirkende Dampfmaschine an Stelle der alten atmosphärischen Maschinen. Der Dampf trat also jetzt abwechselnd bald über, bald unter den Kolben, um seine Wirkung auszuüben. Die eingehenden Versuche hatten den Erfinder bis jetzt jedoch etwa schon 1000 Pfund Sterling gekostet, und Watt war dadurch nicht nur in Schulden geraten, sondern er sah sich auch außerstande, jemals eine größere Maschine aus eigenen Mitteln zu erbauen. Erst mit fremden Geldmitteln konnte er im Winter 1768 auf einer Kohlengrube zu Kinneil eine große Dampfmaschine aufstellen und zugleich an die Feststellung des Patentgesuches herangehen [20]).

Der Wortlaut dieser bedeutungsvollen Patentschrift ist folgender:

„Allen denjenigen, welchen dieses Schriftstück zu Gesicht gelangt, sende ich, James Watt, aus Glasgow in Schottland, Kaufmann, meinen Gruß.

Nachdem Seine Allerhöchste Majestät, König Georg der Dritte, durch seinen Patentbrief unter beigedrucktem Großsiegel von Großbritannien vom 5. Januar des neunten Regierungsjahres Seiner Majestät, mir, dem genannten James Watt, seine besondere Erlaubnis, Vollmacht, Privilegium und Befugnis gab, daß ich, der genannte James Watt, meine Vollstrecker, Verwalter und Bevollmächtigten während einer bestimmten Reihe von Jahren meine „Neu erfundene Methode der Verminderung des Verbrauches von Dampf und Brennstoff von Feuermaschinen“ zu benutzen, auszuüben und zu verkaufen befugt bin, und zwar überall in demjenigen Teil des Königreiches Großbritannien, welcher England genannt wird, in der Herrschaft Wales, in der Stadt Berwick am Tweed und ferner in Seiner Majestät Kolonien und Ansiedelungen, und ich, der erwähnte James Watt, in dem erwähnten Patentbriefe verpflichtet werde, unter Unterschrift und Siegel eine eingehende Beschreibung des Wesens meiner Erfindung zu geben, welche in Seiner Majestät Hoher Hofkanzlei eingetragen werden soll, innerhalb vier Monate nach dem Datum des erwähnten Patentbriefes:

So wisset nun, daß in Erfüllung der genannten Verpflichtung und Festsetzung ich, der erwähnte James Watt, erkläre, daß das Folgende eine eingehende Beschreibung meiner in Rede stehenden Erfindung und der Art und Weise, in welcher dieselbe zur Ausführung gelangt ist,

(das will sagen): —

Meine Methode der Verminderung des Verbrauches an Dampf und, hierdurch bedingt, des Brennstoffes in Feuermaschinen setzt sich aus folgenden Prinzipien zusammen:

Erstens, das Gefäß, in welchem die Kräfte des Dampfes zum Antrieb der Maschine Anwendung finden sollen, welches bei gewöhnlichen Feuermaschinen Dampfzylinder genannt wird und welches ich Dampfgefäß nenne, muß während der ganzen Zeit, wo die Maschine arbeitet, so heiß erhalten werden, als der Dampf bei seinem Eintritt ist, und zwar erstens dadurch, daß man das Gefäß mit einem Mantel aus Holz oder einem anderen die Wärme schlecht leitenden Material umgibt, daß man dasselbe zweitens mit Dampf oder anderweitigen erhitzten Körpern umgibt und daß man drittens darauf achtet, daß weder Wasser noch ein anderer Körper von niedrigerer Wärme als der Dampf in das Gefäß eintritt oder dasselbe berührt.

Zweitens muß der Dampf bei solchen Maschinen, welche ganz oder teilweise mit Kondensation arbeiten, in Gefäßen zur Kondensation gebracht werden, welche von den Dampfgefäßen oder Zylindern getrennt sind und nur von Zeit zu Zeit mit diesen in Ver-

bindung stehen. Diese Gefäße nenne ich Kondensatoren; sie sollen, während die Maschinen arbeiten, durch Anwendung von Wasser und anderer kalter Körper mindestens so kühl erhalten werden, als die die Maschine umgebende Luft.

Drittens, sobald Luft oder andere durch die Kälte des Kondensators nicht kondensierte elastische Dämpfe den Gang der Maschine stören, so sind dieselben mittels Pumpen, welche durch die Maschine selbst betrieben werden, oder auf andere Weise aus den Dampfgefäßen oder Kondensatoren zu entfernen.

Viertens beabsichtige ich, in vielen Fällen auch die Expansionskraft des Dampfes zum Antrieb der Kolben, oder was an deren Stelle angewendet wird, zu gebrauchen, in derselben Weise, wie der Druck der Atmosphäre jetzt bei gewöhnlichen Feuermaschinen benutzt wird. In Fällen, wo kaltes Wasser nicht in Fülle vorhanden ist, können die Maschinen durch diese Dampfkraft allein betrieben werden, indem man den Dampf, nachdem er seine Arbeit getan hat (after it has done its office), in die freie Luft austreten läßt.

Fünftens, wo Bewegungen um eine Achse verlangt werden, stelle ich die Dampfgefäße in Form von hohlen Ringen oder kreisförmigen Kanälen her, mit besonderen Ein- und Auslässen für den Dampf, und montiere dieselben auf horizontalen Achsen, wie die Räder der Wassermühlen. In denselben ist eine Anzahl von Ventilen angebracht, welche einem Körper nur in einer Richtung durch den Kanal umzulaufen gestatten. In diesen Dampfgefäßen sind Gewichte angebracht, welche die Kanäle zum Teil ausfüllen und durch die noch anzugebenden Mittel in denselben bewegt werden. Wenn der Dampf in diese Maschine zwischen jene Gewichte und die Ventile eingelassen wird, so drückt er gegen beide gleichmäßig, so zwar, daß er das Gewicht nach der einen Seite des Rades hebt und infolge der gegen die Ventile wirkenden Reaktion das Rad in Drehung versetzt, wobei die Ventile sich in derjenigen Richtung öffnen, in welcher die Gewichte Druck empfangen, aber nicht in der entgegengesetzten. Währenddem, daß das Dampfgefäß sich dreht, wird es mit Dampf vom Kessel aus gespeist, und derjenige Dampf, welcher seine Arbeit geleistet hat, kann entweder durch Kondensation niedergeschlagen oder in die freie Luft entlassen werden.

Sechstens will ich in einigen Fällen einen gewissen Grad von Kälte anwenden, welche den Dampf allerdings nicht in Wasser zu verwandeln, wohl aber beträchtlich zu verdichten vermag, so daß die Maschinen abwechselnd mit Expansion und Kontraktion des Dampfes arbeiten.

Endlich wende ich zur dampf- und luftdichten Dichtung des Kolbens oder anderer Maschinenteile an Stelle von Wasser: Öle, harzige Körper, Tierfett, Quecksilber und andere Metalle in flüssigem Zustande an.

Zur Bezeugung dessen habe ich am heutigen Tage, am fünf-

undzwanzigsten April im Jahre unseres Herrn Ein Tausend Sieben Hundert und neunundsechzig meinen Namenszug und mein Siegel hierunter gesetzt.

James Watt. (L. S.)

Gesiegelt und ausgehändigt in Gegenwart von

Coll. Wilkie, Geo. Jardine, John Roebuck.

Es sei noch bemerkt, daß besagter James Watt erklärt, daß sich nichts von dem im vierten Absatz Enthaltenen auf Maschinen bezieht, bei denen das zu hebende Wasser in das Dampfgefäß selbst eintritt oder in ein Gefäß, welches mit jenem in offener Verbindung steht. James Watt.

Zeugen: Coll. Wilkie, Geo. Jardine.

Und es sei bekannt gegeben, daß der vorgenannte James Watt am fünfundzwanzigsten Tage des April, im Jahre unseres Herrn 1769, sich in der Kanzlei unseres Königlichen Herrn einfand und die vorstehende Beschreibung nebst allem dem in derselben Enthaltenen und Beschriebenen, in der oben niedergeschriebenen Weise anerkannte. Und so wird die vorstehende Beschreibung gemäß der Verordnung aus dem sechsten Jahre der Regierung des verstorbenen Königs und der Königin William und Mary von England usw. gestempelt.

Eingetragen am neunundzwanzigsten April im Jahre unseres Herrn Ein Tausend Sieben Hundert neunundsechzig."

Soweit der Wortlaut dieser Urkunde, die zu den wichtigsten der technischen Geschichte gehört. Wir finden darin den Kondensator mit Luftpumpe, den Zylindermantel, den Oberflächenkondensator, rotierende Dampfmaschinen, Kolbendichtungen und manch andere wertvolle Einzelheiten aufgeführt.

Nun war die Erfindung vor Nachahmung gesichert, gleichzeitig aber auch infolge der notwendigen Umänderungen an der ersten aufgestellten Dampfmaschine Watts Teilhaber zahlungsunfähig gegeworden. Im Augenblick der höchsten Not fand Watt in dem Industriellen Boulton in Soho einen neuen Teilhaber, mit dem er sich 1774 vereinigte.

Im Jahre 1784 erfand Watt die Führung der Kolbenstange durch ein Parallelogramm und versah seine Maschine zum erstenmal mit einem Zentrifugalregulator. Trotzdem Boulton und Watt von Jahr zu Jahr mehr Aufträge auf Dampfmaschinen bekamen, hatten sie noch lange mit großen finanziellen Schwierigkeiten zu kämpfen. Auch wurden sie in viele Patentprozesse verwickelt. Besondere Anstrengungen mußte Watt machen, um ein Patent zu umgehen, das dem Knopfmacher Pickard in Birmingham auf die Benutzung der Kurbel an der Dampfmaschine erteilt worden war, denn Watt durfte wegen dieses Patentes die seit Jahrhunderten verwandte Kurbel nicht zur Umwandlung der hin- und hergehenden Bewegung in eine rotie-

rende Bewegung verwenden. Ein Glück für die Firma war es, daß es den Inhabern gelang, die Verlängerung ihres Hauptpatentes vom Jahre 1769 durchzusetzen. Die meisten von Boulton und Watt gebauten Maschinen dienten zur Wasserförderung in Bergwerken. Im Jahre 1783 kam aber auch die erste Fördermaschine für einen Bergwerksschacht zur Ausführung. Im folgenden Jahre wurden eine Öl und Getreidemühle und eine Brauerei mit Dampfkraft eingerichtet. Im nächsten Jahre folgte eine Baumwollspinnerei. Gleichzeitig wurde die erste Wattsche Dampfmaschine in Deutschland erbaut, wo sie zur Wasserförderung auf dem Wilhelmschacht bei Hettstedt im Regierungsbezirk Merseburg am 23. August in Betrieb kam. Sie arbeitete hier bis 1793, kam zwei Jahre später nach Löbejün, wo sie wiederum bis 1848 im Betrieb blieb. An der Stelle, wo sie ehemals stand, wurde im Jahre 1890 eine Denktafel angebracht.

Besonders Friedrich der Große, stets ein eifriger Förderer der Industrie, regte ständig die Einführung der Dampfmaschinen an [21]). In einem Kabinettsbefehl vom 25. Mai 1780 heißt es: „Es hat der Verstorbene Geheime Rath Gansauge auf seine Kosten eine Feuer-Maschine bei seinem Kohlenwerke erbauen lassen, um damit das Wasser aus der Grube damit zu heben, welches auch mit dem besten Effekt versuchet worden. Nur ist solche noch nicht so gantz dauerhaft befunden worden: Wenn aber dieses annach zu bewürken, so würde davon bey denen Bergwerken zu Wettin und Rothenburg, auch bei den Gradirwerken Schönebeck und Selbsten bei dem Steinbruch in hiesiger Provinz, mit großem Nutzen Gebrauch gemachet werden können, um das Wasser heraufzuschaffen; Ich habe euch demnach hierdurch beauftragen wollen, diese Feuermaschine genauer zu examinieren und zu sehen, was daran fehlet und wie das abzuändern und die Maschine in die gehörige Ordnung zu bringen, das solche bei allen Bergwerken dazu gebrauchet werden kann, um das Wasser herauszubringen: Ihr werdet euch also angelegen sein lassen, Euch dieser Sache gehörig zu unterziehen und zu suchen, diese Feuer-Maschine in einen ordentlichen und dauerhaften Zustand zu bringen, worüber ich dann Eueren Bericht erwarten will." Besonders der Freiherr von Heinitz und Freiherr von Reden förderten auf des Königs Anregung die Einführung der Dampfmaschine in Preußen.

Welch gewaltige Arbeit an der Verbesserung der Dampfmaschine zwischen den Jahren 1785 und 1900 in konstruktiver Hinsicht geleistet wurde, läßt sich wohl am besten an dem nebenstehenden graphischen Beispiel zeigen. Im Jahre 1785 hatte der Zylinder einer Wattschen Dampfmaschine (im liegenden Zustande gedacht) die nebenstehende Größe, während der Zylinder einer ebenso starken,



10 Pferdekraft leistenden Dampfmaschine im Jahre 1900 nur noch die folgende Größe hatte . In Zahlen ausgedrückt, heißt das: Der Zylinder einer zehnpferdigen Maschine verringerte sich zwischen

1785 und 1900 im Durchmesser von 610 auf 152 mm, in der Höhe von 1810 mm auf 228 mm. Es würde eine sehr schwierige Aufgabe sein, einerseits auf beschränktem Raum, andrerseits für jedermann verständlich, die Verbesserungen hier alle aufzuzählen, die die Leistungsfähigkeit der Dampfmaschine im Laufe der Zeit so sehr steigerten und infolgedessen ihre Anwendung verallgemeinerten. Evans mit der Konstruktion der Hochdruckdampfmaschine im Jahre 1800, Woolf mit der Erfindung der Doppelt-Expansionsmaschine, Roentgen mit seiner Erfindung der Verbundmaschine (1829), Corliß mit seiner 1848 erfundenen Steuerung, ebenso Rider (1865) und Collmann (1876) mit ihren Steuerungen, sowie eine große Schar anderer Erfinder, die sich mit der Verbesserung der Dampfkessel und deren Nebenapparaten beschäftigten, trugen zu immer größerem Vollendung der Dampfmaschine bei.

„Die rastlose Maschine," sagt Matschoß[22]), „die der Menschengeist ganzer Generationen von Jahrhundert zu Jahrhundert mehr befähigt hat, Arbeit zu leisten, predigt weiter uns die Pflicht, die Naturkräfte in immer größeren Umfängen dem Dienst der Menschheit zu unterwerfen, damit der Einzelne freier von körperlicher Arbeitsleistung, die Möglichkeit finde, sein persönliches Leben auszugestalten, um teilnehmen zu können an den höchsten Gütern der Kultur, die durch die unablässige Arbeit aller geschaffen werden, auch allen zur Nutznießung bestimmt sind. Nicht eine Herrenkultur, nur für wenige auserwählte Menschen vorhanden, kann Zweck der menschlichen Arbeit sein, sondern immer weiterer Ausbau und Ausbreitung der Kultur auf alle Schichten, das ist das ideale Ziel und der Zweck der durch die Dampfmaschine so unendlich unterstützten menschlichen Arbeit.

> Zwecklose Kraft unbändiger Elemente!
> Da wagt mein Geist, sich selbst zu überfliegen;
> Hier möcht' ich kämpfen, dies möcht' ich besiegen.
> Und es ist möglich! —

Klingt nicht das große Goethe-Wort den Männern, die der unbändigen Elemente zwecklose Kraft in der Dampfmaschine zu so ungeheurer Arbeit bezwungen haben, wie eine Prophezeihung weiterer Erfolge!"

Sonnenkraftmaschinen[1].

Augustin Mouchot in Tours gilt als Erfinder der Sonnenkraftmaschinen. Er begann im Jahre 1864 seine Versuche, durch große Hohlspiegel die Strahlen der Sonne auf kleine Kessel zu werfen. Es gelang ihm auch, den Wasserinhalt der Kessel zum Sieden zu bringen und den so erzeugten Dampf in einer kleinen Dampfmaschine zu benutzen.

Ich finde jedoch, daß Mouchot schon vor 300 Jahren in einem seiner Landsleute einen Vorläufer hatte, und zwar in dem so oft mit Unrecht als Erfinder der Dampfmaschine oder gar des Dampfschiffes genannten Salomon de Caus.

De Caus war im Jahre 1576 zu Dieppe geboren, studierte Mechanik und bereiste Italien und England. In London gab er Unterricht in der Geometrie, bekam dadurch mit dem Hof Jakobs I. Fühlung und wurde bald Architekt und Ingenieur des Prinzen Heinrich von Wales. Nach dessen Tode im Jahre 1612 trat de Caus in den Dienst des späteren Königs Karl I. von England. Als im nächsten Jahre die englische Prinzessin Elisabeth den Kurfürsten Friedrich V. von der Pfalz heiratete, folgte ihr de Caus bald in die neue Residenz der Prinzessin, nach Heidelberg. In dem prächtigen Schloß am Neckar stand damals die Kunst in hoher Blüte und de Caus fand ein reiches Feld der Tätigkeit als Baumeister vor. Er schuf den prächtigen Heidelberger Schloßgarten und stattete ihn mit kunstreichen Grottenwerken aus, in welchen sich alle möglichen Figuren durch verborgene Maschinen bewegten. Auch stellte er mehrere Orgelwerke auf. Im Herbst 1619 war sein in der Tat riesenhaftes Werk in Heidelberg vollendet. Kurz vorher war sein Herr, Kurfürst Friedrich V., ausgezogen, um die Königskrone von Böhmen in Empfang zu nehmen. Schon nach einem Jahre verlor er Böhmen in der Schlacht auf dem weißen Berge. Als Geächteter streifte er umher und betrat sein stolzes Schloß am Neckar nicht mehr; der ausgebrochene 30jährige Krieg beendete die Blütezeit der rheinischen Pfalz für immer. Am 20. Dezember 1619 vollendete de Caus in Heidelberg sein Prachtwerk über die Anlage des Heidelberger Schloßgartens. Das Buch erschien im folgenden Jahre zu Frankfurt am Main und wurde für die Gestaltung des Gartenbaues von großem Einfluß. Noch 1795 erlebte es eine neue Auflage. Nach

dem Niedergang der Heidelberger Herrlichkeiten ging de Caus nach Paris, wo er den städtischen Behörden Vorschläge zu einem neuen Abfuhrsystem und zur Anlage von Springbrunnen machte. Dort starb er am 27. Februar 1826 als Architekt Ludwigs XIII.

Man hat später, wie ich schon erwähnte, versucht, de Caus zum Erfinder der Dampfmaschine und (auf Grund eines gefälschten Briefes) gar zum Erfinder des Dampfschiffes zu machen. Beide Versuche sind gescheitert. Dennoch enthalten die fünf von de Caus bekannten Werke[2]) außerordentlich viele eigenartige technische Ge-



Abb. 102. Tanzende Kugel auf einem Springbrunnen von de Caus.

danken. Besonders wichtig ist für die Technik der Inhalt des Werkes, das 1615 zu Frankfurt erschien. Man findet darin verschiedene Pumpwerke, Wasseruhren, Automatenfiguren für Grottenwerke, eine Bohrmaschine für Brunnenrohre, selbstspielende Orgelwerke, eine Gisvorrichtung und ein Walzwerk für Orgelpfeifen, sowie die Beschreibung des auf dem Springbrunnenstrahl tanzenden Balles.

In diesem Werk ist zum Betrieb eines Springbrunnens auch die Sonnenkraftmaschine in drei verschiedenen Formen angegeben, und aus der Beschreibung geht hervor, daß de Caus diese Apparate ausprobiert hat. Unsere Abbildung 102 gibt die beste An-

ordnung der Maschine wieder; Abbildung 103 zeigt das Innere. Es stellt I ein Wasserbassin dar, über welchem auf Brettern vier kupferne Kästen stehen. Die Kästen sind nahe an ihren Böden durch ein Rohr P miteinander verbunden. Von diesem Rohr P zweigt, unter Zwischenschaltung eines Ventils H, ein Rohrstück in das genannte Wasserbassin I ab. Außerdem sind die Kästen durch ein Rohr E miteinander verbunden, und zwar führen die Abzweigungen dieses Rohres in jedem Kasten fast bis auf den Boden hinunter. Von diesem Rohr E zweigt sich ein Rohr N unter Zwischenschaltung eines Ventils G zu den von der Sonnenkraftmaschine zu betreibenden Springbrunnen ab. Die Maschine wird in folgender Weise in Tätigkeit gesetzt: Man öffnet zunächst den oben an jedem Kasten sichtbaren Verschlußstöpsel und füllt dann an dem rechts gelegenen Kasten durch den besonderen Verschlußstöpsel M Wasser hinein, bis die Kästen etwa zur Hälfte angefüllt

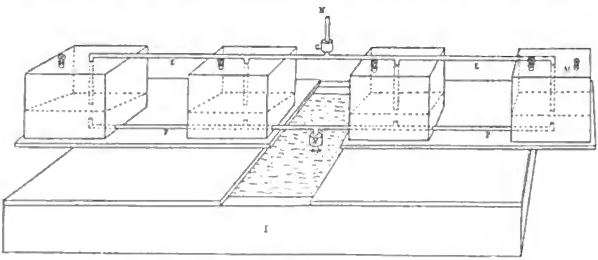


Abb. 103. Sonnenkraftmaschine von de Caus.

sind. Das bei M eingefüllte Wasser wird sich natürlich durch das Rohr P in alle vier Kästen gleichmäßig verteilen. Durch das Ventil H ist es am Ausfließen nach unten hin gehindert. Wird nun der Verschluß M und die übrigen vier Verschlußstöpsel geschlossen, dann ist die Maschine betriebsfertig. Entweder bescheint die Sonne die vier Kästen direkt oder durch darüber oder davor angebrachte Brenngläser. Es wird also die über dem Wasser lagernde Luft in den Kästen ausdehnen und auf das Wasser einen Druck ausüben. Mithin muß das Wasser durch die senkrechten Stücke des Rohres E aufwärts steigen und durch das Ventil G nach dem Brunnenrohr N gelangen. Das im Springbrunnen verbrauchte Wasser fließt wieder nach I zurück. De Caus nennt seine Maschine eine immerwährende Fontäne, denn er rechnet nicht nur mit der Erwärmung durch die Sonne, sondern auch mit der Abkühlung während der Nacht als Kraft. Durch die Abkühlung während der Nacht wird sich naturgemäß die in den Kästen befindliche tagsüber erwärmte Luft gleichfalls abkühlen und mithin zusammenziehen. Das Ventil G

wird dadurch geschlossen und die Zusammenziehung der Luft muß zur Folge haben, daß sich das Ventil H öffnet und Wasser aus dem Bassin I in die Kästen eintritt. Am nächsten Tage beginnt durch die Erwärmung der Sonne das Spiel wieder von neuem.

In Abbildung 104 sehen wir eine Sonnenkraftmaschine ähnlicher Art mit einem Linsensystem. Die Brenngläser sitzen in einem be-

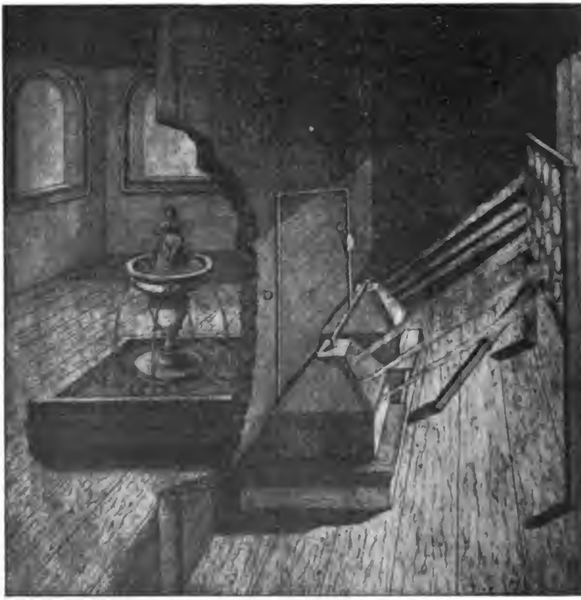


Abb. 104. Sonnenkraftmaschine zum Springbrunnenbetrieb, 1615

sonderen Gestell A B. Sie werfen ihre Strahlen auf zwei kupferne Kästen, die genau dieselbe Einrichtung haben, wie sie vorhin beschrieben wurde. Unter Zwischenschaltung des Ventils C tritt das Wasser durch das Rohr D in die im Nebenraum gelegene Fontäne und fließt von dort aus wieder in das untere Bassin zurück.

Bei der dritten Art der von de Caus angegebenen Sonnenkraftmaschinen sitzen die Brenngläser direkt in den schrägen Wandungen der kupfernen Kästen.

Gasmaschine.

Denis Papin, der Erfinder der Dampfmaschine, hatte als Assistent des großen, in Paris lebenden Physikers Huygens die Versuche geleitet, durch die Kraft des Schießpulvers Wasser emporzuheben. Es sollte, wie wir schon im vorigen Kapitel hörten, eine Kraftquelle für die Wasserkünste in Versailles geschaffen werden. Huygens hatte sich einen langen Zylinder konstruiert, in dem sich ein Kolben auf- und abbewegen ließ. Durch eine Schraube am Boden des Zylinders wurde ein wenig Schießpulver in das Innere gebracht und dort durch eine langsam brennende Lunte — nachdem die Schraube eiligst wieder eingeschraubt war — zur Explosion gebracht. Dadurch wurde der Kolben emporgeschleudert, bis die Gase durch zwei mit Lederventilen versehene Öffnungen ins Freie treten konnten. Unter dem Kolben war aber jetzt ein luftleerer Raum entstanden, so daß die äußere Luft den Kolben mit großer Kraft wieder auf den Boden des Zylinders herabdrückte. Diese Kraft war es, die Huygens ausnutzen wollte. Man erkennt aus dem Vorhergesagten leicht, daß hier bereits der Grundgedanke der atmosphärischen Gasmaschine gegeben ist. Papin führte eine solche Maschine dem Minister Ludwigs XIV., Necker, 1674 vor. Die Maschine arbeitete leidlich, doch erkannte man sogleich, daß ihre Bedienung äußerst gefährlich sei[1]).

Der Abbé Jean de Hautefeuille und Papin selbst bemühten sich alsbald um die Verbesserung der Schießpulverexplosionsmaschine. Hautefeuille veröffentlichte seine Maschine 1678[2]), während Papin erst 1688 mit seiner Verbesserung an die Öffentlichkeit kam[3]). Wir haben im vorhergehenden Kapitel gesehen, wie Papin bei der Verbesserung seiner Explosionsmaschine zur Erfindung der Dampfmaschine kam. Die Versuche mit den Explosionsmaschinen wurden, da die Dampfmaschine sich im 18. Jahrhundert schon als betriebsfähig erwies, bald vergessen.

Der erste, der sich wieder eingehend mit der Konstruktion einer Gasmaschine beschäftigte, war der Engländer John Barber im Jahre 1791. Er ging allerdings von einem ganz anderen Prinzip aus, denn er ließ einen mit Luft gemischten Strahl brennenden Gases gegen ein Schaufelrad strömen.

Die erste Kolben-Gasmaschine wurde 1794 von dem Engländer Robert Street angegeben[4]). Als Betriebsstoff diente verflüchtigtes Teer- oder Terpentinöl. Die Beschreibung dieser Maschine diente dem Franzosen Philippe Lebon als Unterlage zur weiteren Verbesserung[5]). Die erste Veröffentlichung von Lebon fällt ins Jahr 1801 und beschreibt eine durch ein Gemisch von Gas und Luft betriebene, doppeltwirkende Zylindermaschine, die durch Elektrizität gezündet wurde. Trotz der eifrigen Bemühungen von Lebon gelang es nicht, die Maschine in regelrechtem Betrieb zu erhalten. So griff denn Samuel Brown im Jahre 1823 wieder auf die alte Idee von Huygens zurück, d. h. er schuf durch die Explosion des Gasgemisches unter dem Kolben einen luftleeren Raum und ließ den Kolben durch den Druck der atmosphärischen Luft wieder in die Maschine zurücktreiben. Bemerkenswert war bei der Maschine von Brown besonders, daß das Gasgemisch durch eine außerhalb des Zylinders brennende Zündflamme zur Explosion gebracht wurde, eine Anordnung, die sich bis auf unsere Tage noch erhalten hat.

Eine wesentliche Verbesserung der Brownschen Gasmaschine führte Wright im Jahre 1833 ein, indem er den Zylinder der Maschine zum Zwecke der Kühlung mit einem Wassermantel umgab und die Regulierung der Geschwindigkeit der Maschine durch Veränderung der Zusammensetzung des Gasgemisches mit Hilfe eines Zentrifugalregulators bewirkte. Im folgenden Jahr ließ sich William Barnett eine Gasmaschine patentieren, bei der das Gasgemisch vor der Explosion verdichtet wurde. In der Patentschrift wird ausdrücklich hervorgehoben, daß man die Maschine auch mit leichtflüchtigen, flüssigen Kohlenwasserstoffen betreiben könne. Barnett war also der erste, der auf die Möglichkeit hinwies, Benzinkraftmaschinen zu konstruieren.

Bei dieser Gelegenheit sei kurz darauf hingewiesen, daß eine jede Maschine, die durch Explosion Kraft erzeugt, zu den Gasmaschinen rechnet. Ob ihr direkt Gas zugeführt wird, oder ob sie sich das Gas erst aus Petroleum, Benzin oder Spiritus herstellt, ist gleichgültig. Meist bezeichnet man alle diese Maschinen als Gasmotoren, doch ist diese Wortbildung nicht richtig, denn ein Motor ist stets eine sekundäre Kraftmaschine, wie z. B. ein Elektromotor. Wenn es sich um die Bezeichnung von primären Kraftmaschinen handelt, z. B. Maschinen, die durch Dampf, Wasser oder Gas betrieben werden, dann spricht man richtigerweise von Dampfmaschinen, Wassermaschinen und Gasmaschinen.

Trotzdem sich in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts noch verschiedene Konstrukteure mit der Verbesserung der Kolben-Gasmaschine beschäftigten, gelang es nicht, die Maschine in die Praxis einzuführen. Barsanti und Matteucci griffen deshalb im Jahre 1854 von neuem auf die atmosphärische Gasmaschine von Huygens zurück. Um ihr einen dauernden Betrieb zu sichern, versahen sie den Kolben so mit einer Zahnstange, daß diese jedesmal, wenn sie von der Luft

in den Zylinder herabgedrückt wurde, in ein Zahnrad eingriff und dadurch eine Welle in Bewegung setzte, von der aus eine Maschine betrieben werden konnte.

Am 24. Januar 1860 erhielt der Ingenieur Etienne Lenoir in Paris ein bedeutsames Patent auf eine doppeltwirkende Gasmaschine.

Max von Eyth schildert uns in seinem prächtigen Buch „Im Strom unserer Zeit“[6]), welch großes Aufsehen die Lenoirsche Erfindung damals hervorgerufen hat: „Im Frühjahr 1860 kamen die ersten Berichte über die Lenoirsche Gasmaschine aus Paris und veranlaßten nicht wenige Maschinenfabrikanten, sich auf dieses Gebiet zu wagen. Die Zuversicht und der überschwengliche Enthusiasmus der Franzosen setzte auch unser schweres deutsches Blut in Bewegung. Wir wissen sie heute besser zu beurteilen. Auch mein Herr und Meister Kuhn glaubte die neue Via triumphalis ohne Verzug einschlagen zu müssen, und erwählte mich dazu, sie für ihn zu pflastern. Er wußte, daß es mir an dem nötigen Feuereifer hierfür nicht gebrach. Man baute im Fabrikhof eine fensterlose Bretterbude, zu der, nahezu bei Todesstrafe, niemand außer mir und zwei Monteuren Zutritt hatte. Dort wurde die neue Maschine zusammengestellt und in der Dämmerung einer Sommernacht, nachdem die Fabrik von allem, was Odem hat, verlassen worden war, zum erstenmal versucht. Es war eine unvergeßliche Stunde. Gasmaschinen jener Zeit mußten ein- oder zweimal von Hand gedreht werden, ehe sie in Gang kommen konnten. Dies verlangte schon die Theorie. Dagegen waren wir in völligem Dunkel darüber, ob bei der nun zu erwartenden Explosion der eingesaugten Gase ein Druck von einer oder von fünfzig Atmosphären entstehe, ob die Maschine sich wie eine tollgewordene Kanone oder wie ein toter Eisenklumpen benehmen würde. Dazu die knisternde elektrische Zündung, von der wir alle nichts verstanden. Es war dämonisch. — Die Tür der Geheimbude wurde weit geöffnet, um sich im entscheidenden Augenblick wenn möglich retten zu können. Kuhn stand im Freien, in der, wie er hoffte, sicheren Entfernung von fünfzehn Schritten. Fünfzehn Schritte hinter ihm stand seine treue, aber neugierige Frau, die ihren Gatten in der ernsten Stunde nicht verlassen wollte. Ich und einer der zwei Monteure waren bereit, uns zu opfern und drehten das Schwungrad. Bei der zweiten Umdrehung sollte der Theorie nach die erste Explosion erfolgen, die Maschine zu laufen beginnen oder alles zertrümmern. Nichts dergleichen geschah. Wir drehten in banger Erwartung fünf-, sechsmal. Unser Mut wuchs. Wir drehten mit aller Kraft und schneller. Bei der zehnten Umdrehung erfolgte ein furchtbarer Knall, den ein mephitischer Geruch begleitete. Das Schwungrad entriß sich unsern Händen; die Maschine machte zwei zuckende Umdrehungen und blieb dann stehen, als ob nichts geschehen wäre. Wir aber gingen nachdenklich und etwas erleichtert nach Hause, denn alles weitere Drehen hatte keine andern Folgen, als daß der ganze Fabrikhof

nach Gas roch. Am folgenden Morgen aber bekam ich die Weisung, unverzüglich nach Paris abzureisen und die dortigen Maschinen, wenn irgend möglich, in Augenschein zu nehmen. So jung ich war in den Schlichen dieser Welt: ich verstand meinen Herrn."

Die Erfahrungen in Paris schildert uns Eyth in einem Brief vom 12. September 1860: „In der Rue Rousslet, in einem abgelegenen Viertel auf dem jenseitigen Seineufer, stand der Gegenstand meiner Sehnsucht und meiner Furcht, — die neuerfundene Lenoirsche Gasmaschine. Als ich endlich das Haus fand, hieß es: Die Maschine sei nur von 3 bis 6 Uhr zu sehen. Also hatte ich abermals Zeit zu vergeuden . . . Die Maschine von einer Masse Neugieriger umringt, arbeitete scheinbar anstandslos. Allerdings wurde auch, wie man sehen konnte, keine wesentliche Kraftleistung von ihr verlangt. Auch sah ich nach kurzer Beobachtung, wo der Fehler lag, der in Berg zu einem vorläufigen Mißerfolg geführt hatte. Um es kurz zu machen, ich habe den Zweck meines Aufenthalts mehr als genügend erreicht, habe mit den nicht immer ganz ritterlichen Waffen unserer argen Zeit eine Schlacht gewonnen und trage die Maschine im Kopf davon. Sie ist, wenn man will, glücklich gestohlen! . . ." Später schreibt Eyth: „Wie gewonnen, so zerronnen! Die Spionenfahrt nach Paris führte zu nichts Gutem. Das Triumphgefühl, mit dem ich die Stadt des Lichts und des Gases verlassen hatte, veranlaßte allerdings den Bau einer zweiten Maschine, die sich ähnlich wie die Lenoirsche betrug. Das ganze, heute glänzend gelöste Problem lag jedoch noch zu sehr in den Windeln, um auf diesem Wege zum Ziel gelangen zu können, und erst später lernte ich als eine unumstößliche Wahrheit erkennen, daß man Erfindungen nicht macht, indem man um die Bude anderer herumschleicht." Nur einer geschickten Reklame und einem großen Aufwand von Kapital war es zu danken, daß sich die Lenoirsche Gasmaschine so schnell und weithin bekannt machte. Ihrem Werte nach hatte sie es nicht verdient.

Von den glänzenden Pariser Berichten über die neue Maschine geblendet, begann der in Köln lebende Kaufmann Nikolaus August Otto im Jahre 1861 mit der Einführung der neuen Gasmaschine in Deutschland[7]). Es stellte sich aber schon bei der ersten erbauten Maschine, die im Winter 1861/62 aus der Werkstätte des Mechanikers Zons in Köln hervorging, ein Konstruktionsfehler nach dem anderen heraus. Zum Teil allerdings auch infolge der geringen technischen Kenntnisse von Otto. Vor allem waren die Explosionen in der Maschine so heftig, daß diese den Erschütterungen auf die Dauer nicht standhalten konnte. Otto griff nun auf die alten Ideen der atmosphärischen Dampfmaschinen und der Explosionsmaschinen von Huygens zurück, bei denen nur ein luftverdünnter Raum unter dem Kolben geschaffen wurde, der Druck der atmosphärischen Luft aber die Arbeit vollbringen mußte. Während seiner Versuche, einen „atmosphärischen Gasmotor" zu bauen, lernte Otto den Ingenieur

Eugen Langen kennen und verband sich mit ihm am 30. September 1864 zu gemeinsamer Arbeit. In der Servaesgasse zu Köln wurde ein kleines Lokal gemietet, um dort eingehende Versuche anzustellen. Zur Ablieferung kamen aber nur wenige Maschinen, so daß den beiden Männern die Geldmittel immer knapper wurden. Da wagte es im Augenblick höchster Not der Kölner Kommerzienrat Emil Pfeiffer, in die wenig versprechenden Versuche neue Geldmittel zu stecken, und jetzt erst war es möglich, sorgenfrei an die Fertigstellung einer wohldurchdachten Maschine heranzutreten. Sie wurde im Jahre 1867 patentiert und auf der Pariser Weltausstellung der Öffentlichkeit vorgeführt. Allein wer achtete die unscheinbare, doch um so geräuschvollere Maschine? Nur dem energischen Auftreten des deutschen Mitgliedes des Preisgerichtes, Franz Reuleaux, ist es zu danken, daß man die verschiedenen ausgestellten Gasmaschinen nach ihrem Gasverbrauch bewertete, und da ergab sich zur Überraschung, daß die Maschine von Lenoir zehn, eine andere Maschine von Hugon sechs, die Maschine von Otto & Langen jedoch nur vier Teile Gas — bei gleichen Leistungen — verbrauchte. Dadurch wurde den deutschen Erfindern die große goldene Medaille zuerkannt, und das Feld war für sie gewonnen. 1869 entstanden die ersten Werkstätten auf dem heutigen Fabrikgelände in Deutz, und schon nach zwei Jahren erweiterten Otto & Langen ihre Schöpfung zu einer Aktiengesellschaft.



Abb. 105. Erste Gasmaschine von N. A. Otto.

Man wird die alte atmosphärische Gaskraftmaschine bald vergessen haben. Es war, für heutige Begriffe, ein unheimliches Ding. Ich habe nur eine gesehen; auf der Godesberger Mineralquelle, wo mein Vater Direktor war, stand sie in einer finstern Ecke, doch ich fühle noch die Angst, wenn ich an ihr vorbei mußte. Denn mit gewaltigem Krach schoß der Kolben heraus, griff klirrend über das Schaltwerk hin, um dann mit einem ängstlich pfeifenden

Ton wieder zu verschwinden. Und diese Explosionen erfolgten scheinbar willkürlich; zwischendurch war völlige Ruhe; nur das schwere Schwungrad lief andauernd um. Der Zuschauer empfand vor dieser zuckenden und stöhnenden Maschine wahrlich Furcht. Es wundert uns deshalb, heute zu lesen, daß die Firma in zehn Jahren dennoch über 5000 dieser höchstens dreipferdigen Ungetüme absetzte.

Otto & Langen haben nicht auf den reichen geschäftlichen Erfolgen dieser Zeiten ausgeruht, sondern fortdauernd weiter gegrübelt, eine stoßfrei arbeitende Maschine zu erfinden. Die Frucht war das Patent Langens vom 5. Juni 1876, unsere heutige Gasmaschine. Der Erfolg war für die Firma ein beispielloser: nach zwölf Jahren, als Otto & Langen ihr 25jähriges Zusammenwirken feierten, waren 30000 ihrer Maschinen im Betrieb. Im Jahre 1871 hatte ihre Firma 53 Arbeiter. 1889 zählte sie über 700 Arbeiter, und außerdem besaß sie Zweigfabriken in Manchester, Philadelphia, Paris, Lüttich, Wien, Dessau, Mailand, Kopenhagen, Petersburg und Moskau. Otto erhielt später die für den Ingenieur damals seltene Auszeichnung der Verleihung des Ehrendoktors seitens der Universität Würzburg.

Das wesentliche Merkmal unserer heutigen Gasmaschine ist der sogenannte Viertaktprozeß, d. h. die Maschine saugt zunächst ein Gemisch von Luft und Gas an, dann preßt sie es zusammen, läßt es im dritten Takt verbrennen und pufft es im letzten Takt aus. Man hat sich heftig darüber gestritten, wem die Erfindung des Viertaktes gebühre. Wenn als Erfinder derjenige angesehen wird, der insgeheim zuerst Versuche machte, so muß der jetzt im Alter von 91 Jahren in München noch lebende Uhrmacher Christian Reithmann als der Erfinder des Viertaktes angesehen werden[6]). Reithmann war als 14jähriger Junge dem damaligen Fürstbischof von Salzburg aufgefallen und kam auf dessen Veranlassung zu einem Schreinermeister in die Lehre. Gleichzeitig besuchte er eine Zeichenschule und wurde dort bald mit dem ersten Preis ausgezeichnet. Auf der Wanderschaft kam er als Schreinergeselle nach München und fand hier nach vielerlei Schicksalen eine Stellung als Geschäftsführer einer Uhrmacherswitwe in Schwabing. 1848 machte er sich als Uhrmacher selbständig. Vielerlei Erfindungen gingen aus seiner Werkstätte hervor, und eines seiner bedeutsamsten Kunstwerke ist eine riesige Kalenderuhr im Kgl. Lustschloß Berg am Starenbergersee. Seit dem Jahre 1852 erprobte Reithmann eine Gasmaschine, in der er ein Gemisch von Wasserstoffgas und atmosphärischer Luft durch den elektrischen Funken entzündete. Nach Erbauung der Münchener Gasfabrik benutzte er das für ihn bis dahin nicht erhältliche Leuchtgas. Im Jahre 1856, aslo vier Jahre vor Lenoir, war seine erste Gasmaschine bereits fertig. Sie steht heute im Deutschen Museum in München, ist aber noch nicht für den Viertaktprozeß eingerichtet. Reithmann kam erst im Winter 1872/73

selbständig auf die Erfindung des Viertaktes. Zehn Jahre vorher hatte der französische Ingenieur Beau de Rochas in einem nicht im Druck, sondern nur autographiert erschienenen Buch über die Ausnutzung der Wärme den Viertaktprozeß der Gasmaschine zuerst bekannt gemacht. Gleichzeitig hatte aber auch Otto seine in Köln erbaute erste Gasmaschine im Viertaktprozeß arbeiten lassen. Allerdings brauchte Otto dazu noch vier Zylinder, in denen acht Kolben arbeiteten. Reithmann gebührt also das Verdienst, den ersten gangbaren Apparat für den Viertakt erbaut zu haben. Der Franzose veröffentlichte die Maschine und Otto brachte sie betriebsbrauchbar in die Öffentlichkeit.

Auch in Österreich begann man kurz nach den Lenoirschen Erfindungen mit der Ausgestaltung der Gasmaschine. Besonders ein aus Malchin in Mecklenburg stammender, in Wien lebender Mechaniker Namens Siegfried Marcus bemühte sich seit 1863 um die Ausgestaltung des Gasmotors für Petroleum- und Benzinspeisung[9]). Wie wir später noch hören werden, interessierte ihn am meisten die Verwendung der Gasmaschine zum Antrieb von Kraftwagen.

Selbst zur Bewegung von Luftschiffen sollte die Lenoirsche Maschine schon wenige Jahre nach ihrem Bekanntwerden benutzt werden. Der Mainzer Ingenieur Paul Haenlein nahm schon 1865 ein englisches Patent auf die Anwendung der Gasmaschine für die Luftschiffahrt. Er hatte die originelle Idee, das zum Betrieb der Maschine notwendige Gas dem Tragkörper des Luftschiffs zu entnehmen. Es kam 1870 auch ein Modell dieses Luftschiffs zustande, und zwei Jahre später stieg ein Haenleinsches Luftschiff von 50,4 m Länge am Fesselseil auf[10]).

Eine besondere Verwendung der Gasmaschine erdachten im Jahre 1877 Pierre Schrabb und August Terrien, indem sie einen schweren mechanischen Hammer durch Gasexplosion emporheben ließen. Der Hammer fiel dann durch sein eigenes Gewicht, gleich einem Dampfhammer, auf das Werkstück herab. Besonders zur Herstellung von Massenartikeln werden kleine Gashämmer heute häufig verwendet[11]).

Zum Antrieb von Lokomotiven und Straßenbahnen konstruierte Marcel Depres im Jahre 1879 zuerst eine Gasmaschine, doch gelang es erst seit 1892, Straßenbahnen zweckmäßig durch Gasmaschinen zu betreiben.

Die ersten Versuche, Spiritus zum Betrieb von Gasmaschinen zu verwenden, machte Wilhelm Hartmann im Jahre 1894 bei der Leipziger Firma Grob & Co. Besonders zum Antrieb von Kraftwagen hat sich Spiritus vorzüglich bewährt[12]).

Zum Betrieb von großen Gasmaschinen verwendet man heute entweder Sauggasanlagen oder — in der Nähe von Hochofenwerken — Lichtgasmaschinen. Bei Sauggasanlagen ist ein Gaserzeuger derartig mit einer Gasmaschine verbunden, daß die Ma-

schine das Gas aus dem Erzeugungsapparat absaugt und dadurch in dem Apparat eine Depression erzeugt, wodurch die Luft unter ihrem natürlichen Druck in den Erzeugungsapparat strömt. Dort mischt sie sich mit Dampf, und es bilden sich beim Überstreichen über eine glühende Brennstoffschicht neue Gase. Der Dampf wird in einem den unteren Teil des Erzeugungsapparates ringförmig umschließenden Kessel entwickelt, so daß eine besondere Feuerung nicht notwendig ist. Die beim Hochofenprozeß entstehenden Gase zum Betrieb von Gasmaschinen zu benutzen, ist eine Idee des

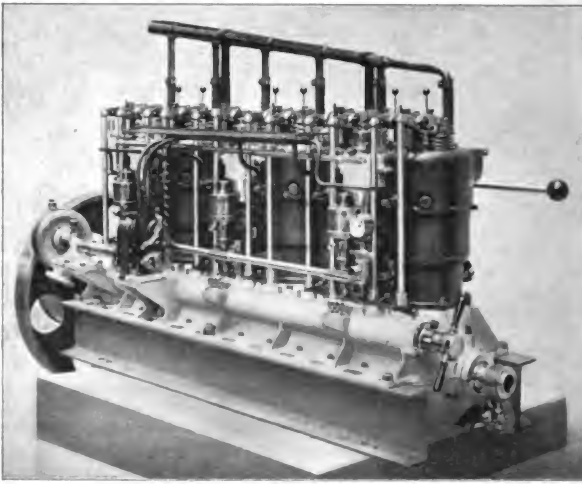


Abb. 106. Betriebsmaschine von 100 P. S. für ein Parseval-Luftschiff.

englischen Ingenieurs Twaite vom Jahre 1894. In Schottland wurde schon 1895 die erste derartige Anlage ausgeführt, und am 12. Oktober des gleichen Jahres setzte die Gasmotorenfabrik in Deutz eine Hochofengasmaschine auf den Werken des Hörder Bergwerks- und Hüttenvereins in Betrieb. Es war dies die erste Anlage zur Verwendung von Hochofengasen auf dem Kontinent[13]).

Die meisten Gasmaschinen werden heute zum Betrieb von Fahrzeugen — Kraftwagen, Booten und Luftschiffen — verwendet. Als feststehende Maschinen sind sie hauptsächlich im Kleinbetriebe von höchstem Wert. So waren im Jahre 1895 in Deutschland 18728

Gasmaschinen aller Art im Dienst. Allerdings besaß Deutschland damals 54 624 Wasserkraftmaschinen und 58 334 Dampfmaschinen. Die Gesamtkraft der Gasmaschinen betrug 65 880 P. S., während die Wasserkräfte 629 065 P. S. und die Dampfmaschinen Deutschlands 2 715 078 P. S. leisteten.

Der soeben erwähnte, von Haenlein eingeschlagene Weg, ein Luftschiff durch Gaskraft zu betreiben, ist heute zur Verwirklichung gelangt. Allerdings wird nicht mehr das Gas der Luftschiffüllung verwendet, sondern die Maschinen arbeiten mit vergastem Benzin. Unsere Abb. 105 zeigt eine Maschine von 100 P. S., wie sie jetzt im deutschen Parseval-Luftschiff II. verwendet wird. Da die leichten französischen Luftschiffmaschinen, die 700 g für jede Pferdekraft wiegen, sich für Dauerbetriebe nicht bewährt haben, so verwenden die deutschen Luftschiffer jetzt Maschinen, die etwa 3½ kg pro Pferdekraft wiegen. Schwere Maschinen haben, wie Graf Zeppelin in einem Vortrag vor dem Verein Deutscher Ingenieure nachwies, den Vorzug, daß sie weit sparsamer im Verbrauch von Benzin und Schmieröl sind, als leichte Maschinen. Das Betriebsgewicht einer gleich starken, aber an sich doppelt so schweren Maschine ist für eine bestimmte Betriebsdauer gleich dem Betriebsgewicht einer nur halb so schweren Maschine. Ja, für sehr lange Fahrtdauer kehren sich die ursprünglichen Gewichtsverhältnisse sogar um, so daß man mit der schweren Maschine länger fahren kann als mit einer gleich starken von leichterem Gewicht. Unter Betriebsgewicht ist hier das Gesamtgewicht von Maschine, Benzin und Schmieröl für eine bestimmte Betriebszeit zu verstehen.

Flugschiffahrt.

Und was gelang in unseren Tagen mit Hilfe der Gasmaschinen? — Die Verwirklichung des uralten menschlichen Wunsches: fliegen zu können.

Wir wollen daher von den Verkehrsmitteln zuerst die Flugapparate in ihrer interessanten geschichtlichen Entwickelung betrachten.

Die Sage von Daedalos, der mit seinem Sohn Ikaros mittels „künstlich gearbeiteter Flügel, durch Wachs auf merkwürdige Art verbunden", von Kreta entfloh, ist allgemein bekannt. Ikaros stürzte, „da die Sonnenhitze das Wachs zerschmolz", nahe bei Kreta in das Meer, das deshalb den Namen des ikarischen tragen soll. Daedalos aber „rettete sich — wie Diodoros aus Sizilien[1]) berichtet — wunderbarerweise nach Sizilien". Daß schon die Alten nicht recht an diesen Flug glaubten, geht aus der Bemerkung hervor, die Diodoros an seinen Bericht anschließt: „Ist nun die ganze Sage hierüber auch unglaublich, so haben wir es doch für gut befunden, sie nicht zu übergehen." Man sucht ja so gern in alten Sagen ein Körnchen historischer Wahrheit; hier wird aber nicht nur der uralte Wunsch, fliegen zu können, seinen Ausdruck gefunden haben; denn bei vielen Völkern finden wir ähnliche Sagen. Bei den Indiern sind es geflügelte Wesen in den Kailâsabergen, bei den Ägyptern sind es der große Sonnengott Rah und Neith, die Weltenmutter. Die Syrer und Phönizier stellen Astarte geflügelt dar. Bei den Griechen tragen Hermes, der Götterbote, Psyche, die Verkörperung der Seele, Amor, der Liebesgott, und Nike, die Siegesgöttin, Flügel. Der Flügel ist in den ältesten Zeiten nicht das Sinnbild des Fliegen-Könnens, sondern des Beschützens. Zumal die ägyptische Kunst zeigt uns das deutlich; denn in tausenden Darstellungen, besonders auf Mumienhüllen, sieht man die geflügelte Göttin Isis, die ihren Bruder Osiris zwischen den Flügeln beschirmt. In der christlichen Kunst breiten die Engelsgestalten ihre Flügel gleichfalls häufig nach vorne über den Schützling aus. Der Grundgedanke dieser Darstellungen ist der Vogel, der seine Fittiche schützend und wärmend über die junge Brut legt. Da der Vogelflügel aber nicht nur ein Schutz für die Brut, sondern auch ein Werkzeug zum Fliegen ist, so dürfen wir in jenen alten Darstellungen stets geistige Vorläufer der Flugtechnik sehen.

Die germanische Sage berichtet von Wieland, einem Riesensohn von Schonen, der das Schmiedehandwerk erlernt hatte. Wieland war von König Nidung als Künstler hoch geehrt, doch Wieland wollte das Land verlassen. Deshalb ließ Nidung ihm die Fersen durchstechen. Wieland aber beschaffte sich allerhand Federn, große und kleine, und fertigte sich ein Flügelkleid. Es ist für uns sehr interessant, aus der Schilderung der Sage[2]) zu ersehen, daß man schon in den ältesten Zeiten den Einfluß des Windes auf das Gelingen der Flugversuche richtig beobachtet hat. Wielands Bruder, Egil, war beim ersten Flugversuch mit dem Federkleid gestürzt, weil ihm Wieland geraten hatte, sich vor dem Winde niederzulassen. Als Wieland selbst aufstieg, sagte er seinem Bruder: „Ich traute dir nicht, daß du das Flügelkleid wiederbringen würdest, wenn



Abb. 107. Goldarmband einer nubischen Königin mit geflügelten Gestalten.

du erführst, wie gut es wäre; und das magst du wissen, daß alle Vögel sich gegen den Wind niederlassen und ebenso emporheben. Nun aber will ich dir, Bruder, mein Vorhaben sagen: Ich will jetzo heimfahren, zuvor aber noch zu König Nidung, mit ihm zu reden. Und wenn ich da etwas sage, das den König verdreußt, so daß er dich nötigt, nach mir zu schießen, so ziele unter meinen linken Arm; darunter habe ich eine Blase gebunden, worin Blut von Nidungs Söhnen ist. So vermagst du wohl deinen Schuß so einzurichten, daß mir kein Schade daraus entsteht; wenn du irgend unsere Verwandtschaft ehren willst.“ Nun flog Wieland auf den höchsten Turm der Königsburg und rief den König heraus, mit ihm zu reden. Der König fragte ihn: „Bist du jetzt ein Vogel, Wieland? Was willst du, und wohin willst du fliegen? Mancherlei Wunder machst du aus dir.“

Da sagte Wieland: „Herr, jetzo bin ich ein Vogel und zugleich auch ein Mensch; von hinnen gedenke ich nun, und nimmer

sollst du mich wieder in deine Gewalt kriegen, nimmer erlebst du das.“

Indem flog Wieland hoch in die Luft empor. Da rief König Nidung: „Du, junger Egil, nimm deinen Bogen und scheuß ihm in die Brust, nimmer soll er lebend von hinnen kommen, für die Frevel, die er hier verübt hat.“

Egil antwortete: „Nicht mag ich das tun gegen meinen Bruder.“

Da sagte König Nidung, daß Egil des Todes sein solle, wenn er nicht schösse, und fügte hinzu, daß er schon den Tod verdient hätte für die Übeltaten seines Bruders: „Und dadurch allein rettest du dein Leben, daß du ihn schießest, und durch nichts anderes.“

Egil legte nun den Pfeil auf die Sehne und schoß Wielanden unter den linken Arm, so daß das Blut auf die Erde fiel.

Da sprach der König: „Das traf gut.“ Und er und alle, die das sahen, stimmten ein, daß Wieland diesen Schuß nicht lange mehr überleben könne.

Wieland aber flog heim nach Seeland und wohnte da in seinem Eigentum, welches Riese Wade, sein Vater besessen hatte.

Selbst die Neger von Waganda, nordwestlich vom Viktoriasee in Afrika, haben eine Sage von einem Krieger, der fliegen konnte[3]). Als Stanley im Jahre 1876 zum König Mtesa von Waganda kam, wurde ihm erzählt: Als Nakivingi, König der Wagandas, einst mit dem Volk der Wangoros stritt, sandte er den geflügelten Helden Kibago in die Luft, sich von den Absichten der Feinde zu überzeugen. Nachdem sie durch dieses außergewöhnliche Wesen entdeckt waren, wurden sie auf der Erde durch die Wagandas in ihren Schlupfwinkeln angegriffen und von oben durch den tätigen und treuen Kibago mit schweren Felsen, die er auf sie schmetterte, in großer Zahl erschlagen. Es ereignete sich aber, daß Kibago unter den Kriegsgefangenen ein wunderschönes Mädchen sah. Da König Nakivingi dem Kibago für seine Dienste sehr verpflichtet war, gab er sie ihm zur Frau mit der Warnung, ihr nicht die Fähigkeit seiner Macht mitzuteilen, damit sie ihn nicht verriete. Eine lange Zeit nach seiner Hochzeit wußte die Frau nichts von seiner Fliegekunst. Seltsam war ihr nun seine wiederholte plötzliche Abwesenheit und Rückkehr nach Hause. Sie stellte sich deshalb auf Wache und war überrascht, eines Morgens ihren Mann plötzlich mit einer Felsenmasse auf dem Rücken in der Luft schweben zu sehen. Sie erinnerte sich nun der Klagen der Wangoros, daß einst viele von ihrem Volk auf solche Weise getötet worden waren. Die Frau liebte ihre Heimat und ihren Stamm mehr als ihren Mann. Sie floh daher zu ihres Volkes Lager und erzählte zur Überraschung der Wangoros, was sie gesehen hatte. Um sich an Kibago zu rächen, stellten die Wangoros Bogenschützen in den Hinterhalt auf die Spitze jedes hohen Hügels, die auf das Rauschen der Flügel achten mußten und ihre Pfeile in der Richtung des Geräusches abschossen. Auf diese Weise wurde Kibago eines Tages durch

einen Pfeil zu Tode verwundet, und man fand seinen Leichnam in einem hohen Baume. —

Häufig machen die Dichter sich die Lösung des Flugproblems auch einfacher: sie setzen den Menschen, der fliegen will, auf einen großen Vogel, meist einen Adler. So besitzt das Berliner Museum ein babylonisches Siegel, in das die Darstellung des fliegenden Etana eingeschnitten ist[4]) (Abb. 108). Etana sitzt auf einem Adler und fliegt von der Erde zum Himmel hinauf, um von dort ein heilsames Kraut zu holen. Links von Etana sieht man den Mond, rechts die Sonne. Unter ihm auf der Erde steht ein Mann, der vor Verwunderung die Hände über den Kopf erhebt. Rechts und links von diesem Mann sitzen Hunde, die zu dem



Abb. 108. Flug des Etana, nach einer babylonischen Darstellung vom Jahre 2000 v. Chr.

Fliegenden emporbellen. Ganz links auf dem Siegelabdruck sehen wir eine Hürde und davor den Hirten mit der Herde. Weiter im Hintergrund sitzt links der Töpfer bei der Arbeit, während mehr rechts der Bäcker seine Kuchen bäckt. Die Sage erwähnt ausdrücklich, daß Etana von oben herab mehrfach auf die Erde schaute, und so hat uns der Künstler, der diesen Siegelzylinder schnitt, das Leben und Treiben der Erdbewohner vorgeführt: Den Hirten, seine Hunde, den Töpfer und den Bäcker bei ihrer Arbeit. Stil, Lebendigkeit der Darstellung und Realismus in der Ausführung weisen die Entstehung des Siegelzylinders der ersten Hälfte des dritten Jahrtausends vor Christi zu.

Von Babylon ging die Sage vom fliegenden Etana nach Persien über, und im Mittelalter kam sie nach Europa. Alexander der Große wird nämlich in einem mittelalterlichen Roman, dem sogenannten

Alexanderroman, als Held gefeiert, als Held, der alles wagt und alles vollbringt. In unserem Abschnitt über Taucherapparate werden wir von einer kühnen Fahrt in die Tiefe des Meeres hören, hier soll der Bericht über eine Luftfahrt Alexanders folgen. Die in Abb. 109 gegebene Malerei fiel mir vor einigen Jahren in einer Pergamenthandschrift des Berliner Museums auf[5]). Wir sehen auf dem Bilde nach der Malweise jener Zeit den Hintergrund mit einem großen Teppich überspannt. Wäre statt dieses Teppichs in realistischer Weise eine perspektivische Landschaft mit Wolken darüber abgebildet, dann würde das Bild viel besser wirken. Wir müssen uns denken, die beiden Gruppen von Männern ständen im Vordergrund jener Landschaft, während der obere Teil des Bildes in den Wolken schwebte. Wir sehen also oben, hoch in der Luft, einen thronartigen Sitz, in dem Alexander mit Krone und Königsmantel Platz genommen hat. An diesem Thron sind rechts und links, oben und unten Stangen angebracht, insgesamt acht Stück. An jede dieser Stangen sind zwei Greife mit den Füßen angebunden. Man kann die 16 Tiere im Bild an der Zahl der Köpfe leicht herausfinden. Unter Zuhilfenahme eines rohen Fleischstückes macht Alexander mit diesen Tieren eine Luftfahrt. Wie das geschieht, erzählt eine der gedruckten Ausgaben des Alexanderromans[6]):

„Do gedacht ich ye wie ich den hymel rüren möcht vnd ließ mir bereyten ein starcke sidel (Sitz) die wol mit isen beschlagen was. daran hieß ich machen starck träm (Stangen) vnd band daran gezempt (gezähmte) greiffen vnd hetten daruor ein lange stangen, daran was den greiffen jr essen gemacht. die stang mocht ich zu den greiffen rugken oder von in (ihnen). Ich ließ die greiffen jr aß (Aas) kosten. darnach recket ich die stangen übersich, aber die greiffen vermainten die speiß zu erlangen. vnd schwungen jre gefider mit. da erhuben sy mich vnd das gesidel von der erde. ich rackt die stang mit dem aß empor. die greiffen flugen nach vnd fürten mich so hoch in die lufft, das ich weder wasser noch erden gesehen mocht. Do kam die götliche gewalt vnd sennkt die greiffen vast nider. Aber wie vast ich dz aß der greiffen übersich rackt sy wollten mit iner über sich. Ich schwebet in den lüfften vnd plicket vndersich. Do gedaucht mich wie das alle erd ein kleine kugel wäre. vnnd wie sy schwym auff eine entlosen sen. Do ich nun die stang mit der speiß vndersich neiget vnd die nach meinen verstan auff die kugel. die greiffe sanckten sich zu tal. ye lenger ich sanck, ye grösser ward mir die kugel der erde erscheinen. Also kam ich in die mittel gegend des lufftes do ersahen mich auch do die meinen ritter vnd merckten wol das ich jr vermessen wollt. do ranten sy gar schnelligklicher vnd kerten an die ende do ich den greiffen geneigt het. do ward manig dromedarij zu schnellem lauff bereit, dz moch alles nit gehelffen. ich ließ mich nider auff die erden, zehen groß tagreiß von meine hör (meinem Heer) in ein wilde wüste. Darinn was ich biß an den zehenden



Abb. 109. Alexander steigt in einer von 16 Greifen getragenen Sänfte in die Luft. Malerei vom Jahre 1320.

tag, vnd west nit zu wellicher handt ich keren solte. Do kamen etlich die meinen getreüen ritter zu mir vnd fürten mich getreülich frölich vnd wol gesundt wider zu meine getreüen volck. Do hub sich erst freüd vnd wunn, wann alle die meinen hette grosse angst vnd leid vmb mich erlitten, wann sy mainten vnd besorgten vast dz ich nymmer möcht zu in kumen, die selbig sorg vnd angst ward in bekeren in grosse Freüd vnd wunne. ich lag do etlich zeit mit meine hör (Heer) vnd pflag do etlicher kurczweil."

Wir werden später sehen, daß Roger Baco die Erzählung des Alexanderromans sogar für eine historische Wahrheit ansah.

Wann der erste Mensch einen Flugversuch unternahm, ließ sich bisher mit einiger Sicherheit noch nicht ermitteln. Es scheint, als ob erst die Araber im 9. Jahrhundert in dieser Richtung den ersten Versuch gemacht hätten.

In vorchristlicher Zeit findet sich jedoch der Anfang zur Konstruktion von Flugapparaten, allerdings solchen ohne Bemannung. Die Chinesen nennen einen ihrer Generäle, namens Hau-si, als denjenigen, der den Drachenflieger, das beliebte Jugendspielzeug, im Jahre 206 v. Chr. erfunden habe. Es ist auch nicht unwahrscheinlich, daß das griechische Altertum den Drachen gekannt hat, denn auf einem griechischen Vasenbild sieht man eine Darstellung, wie Kinder einen Drachen steigen lassen [7]).

Vielfach versuchte man bisher die „hölzerne Taube" zu erklären, die Archytas aus Tarent ums Jahr 390 v. Chr. angefertigt haben soll [8]). Es ist bisher jedoch nicht gelungen, den Apparat mit einiger Wahrscheinlichkeit für etwas anderes zu erklären, als für einen Automaten. Mit den Worten der Beschreibung: „Dergestalt schwebte sie in Gleichgewichtslage in der Luft und wurde durch einen Luftstrom im Innern in Bewegung gesetzt", läßt sich beim besten Willen nichts anfangen. Ganz verfehlt erscheint es nach diesen Worten, die Taube des Archytas als einen Drachen erklären zu wollen.

Daß sich der chinesische oder griechische Drache im Mittelalter zum Warmluftballon entwickelte, werden wir im nächsten, über Ballonschiffahrt handelnden Kapitel hören.

Als erster, der einen Flug durch die Lüfte wagte, wird meist jener Magier Simon genannt, von dem in der Apostelgeschichte (VIII, 9) die Rede ist. Doch diese Ansicht hat sich als irrig erwiesen. Suetonius berichtet [9]) in der Lebensbeschreibung des Kaisers Nero keineswegs von einem Flug, und noch weniger von einem Flug dieses Magiers Simon. Er sagt vielmehr nur, daß ein Schauspieler bei der Vorführung der Ikaros-Sage im Theater verunglückt und neben dem Kaiser niedergestürzt sei. Dieser angebliche Flugversuch ist also ein Theaterunfall und hat mit dem Magier Simon überhaupt nichts zu tun. Erst spätere Autoren bringen Simon mit einem von ihm durch die Beihilfe des Teufels vollendeten Flug in Verbindung [10]).

Abû 'l Qâsim 'Abbâs Ben Firnâs, genannt der Weise von Andalusien, versuchte ums Jahr 875 von einer Anhöhe mit Hilfe künstlicher Flügel herabzuschweben. Er verunglückte jedoch dabei[11]).

Im Jahre 1060 machte Olivier aus Malmesbury, auch Elmerus oder Egelmerus genannt, ein englischer Benediktiner, einen Abflug von einem Turm seines Klosters, in dem er sich Flügel an Arme und Beine band. Olivier überschlug sich beim Abflug, brach beide Beine und starb[12]).

Unter Kaiser Manuel Komnenos von Byzanz versuchte ein Sarazene öffentlich seine Kunst im Fliegen zu zeigen. Ein Augenzeuge berichtet darüber[13]): „Es war bei Gelegenheit der Feierlichkeiten, die beim Besuch eines Seldschuken-Sultans abgehalten wurden. Der Sarazene kletterte auf einen Turm des Hippodroms, in dem sonst die Pferderennen stattfanden, und erklärte, er wolle die Rennbahn durchfliegen. Der Mann stand nun, so heißt es in dem Berichte des Niketas, der sich unter den Zuschauern befand, wie am Start auf dem Turme, angetan mit einem sehr langen und breiten Gewande. Dieses war weiß, und gebogene Weidenstäbe spannten den Stoff bauchig aus. Die Ansicht des Sarazenen ging dahin, in diesem Gewande, wie ein Schiff mit seinem Segel, zu fliegen, indem der Wind sich in den Wölbungen fängt.

Aller Augen richten sich nun auf ihn, sich des Schauspiels freuend, und die Zuschauer riefen oft: „Fliege, fliege!“ und „Wie lange, Sarazene, willst du uns hinhalten und den Wind vom Turme abschätzen?“

Der Kaiser aber schickte zu ihm, um ihn von dem Wagstück abzuhalten. Der Sultan, der sich unter den Zuschauern befand, schwankte zwischen Furcht und Hoffnung hinsichtlich des ungewissen Ausganges und war um seinen Landsmann besorgt. — Dieser jedoch prüfte häufig den Wind und hielt die Zuschauer hin, indem er vielmals die Arme erhob und sie, wie Flügel gebrauchend, zur Flugbewegung herabzog, um den Wind aufzufangen. Als dieser ihm nun zum Tragen günstig erschien, schwang er sich wie ein Vogel hin und her und schien in der Luft zu fliegen.

Im 13. Jahrhundert berichtet uns Roger Baco[14]): „Es können Flugmaschinen gefertigt werden, so daß ein Mensch, in der Mitte des Apparates sitzend, diesen durch einen künstlichen Mechanismus leitet und die Lüfte wie ein Vogel im Fluge durchmißt.“ Baco sagt, er habe diese Maschine zwar nicht selbst gesehen, doch er kenne einen glaubwürdigen Mann, der eine solche bauen wolle. Es ist also unrichtig, wie das vielfach geschieht, zu sagen, Baco habe selbst eine Flugmaschine erfunden. Wenn wir aber bei Baco weiter lesen, daß „Alexander der Große solche Vorrichtungen herstellen ließ“, so müssen wir uns daran erinnern, daß zu Bacos Zeit der Alexanderroman bereits ein vielgelesenes Volksbuch war. Baco hält die im Alexanderroman geschilderte Luftfahrt eben für ein historisches Ereignis.

Mit diesen Daten ist das Thema, das von den geschichtlich beglaubigten Versuchen des menschlichen Fluges im Mittelalter handeln kann, bereits erschöpft. Wir sehen, es sind nur Berichte von Mißerfolgen und Phantasien. Da die Phantasie in keinem Gebiet der Geschichte der Technik eine größere Rolle spielt, als in der Luft- und Flugschiffahrt, so müssen wir hier auch noch auf einige Malereien hinweisen, in denen die Flugschiffahrt dargestellt wird. Vor allem ist es ein durch die Frische seiner Farben und die Reichhaltigkeit der Komposition hervorragendes dreiteiliges Altargemälde, das uns hier fesselt. Es stammt von Hieronymus Bosch, genannt „Der

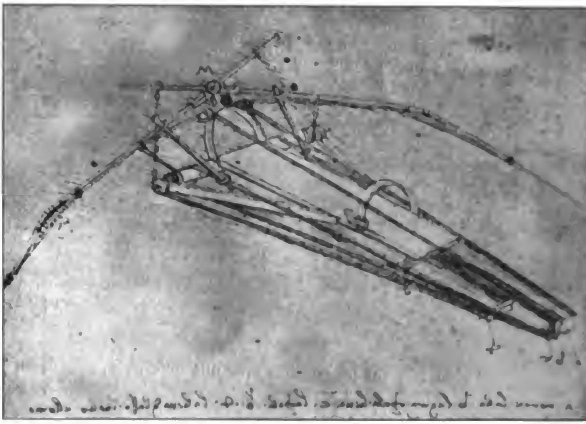


Abb. 110. Entwurf einer Flugmaschine von Leonardo da Vinci.

Lustige“, der ums Jahr 1450 wirkte. Bosch stellt die Versuchung des heiligen Antonius unter Verwendung derbkomischer Motive dar. Außer den absonderlichen und mißgestalteten Figuren, mit denen sich der Meister die Hölle bevölkert denkt, sehen wir unter anderem ein hoch über dem Meer dahinjagendes, mit zwei Masten und Segeln ausgerüstetes Luftschiff, sowie einen riesigen, die Lüfte durchschneidenden Luftfisch, der zwei Menschen als Reittier dient[15]).

Auch Albrecht Dürer und Francesco Goya sind mit ihren verschiedenen Darstellungen von geflügelten Wesen hier zu nennen.

Vielfach wird Regiomontanus als Erbauer eines Flugapparats genannt, doch sowohl seine Fliege, als auch der Adler, der Maxi-

milian beim Einzug in Nürnberg 1470 begrüßte, waren Automaten, keine Flugapparate.

Der erste Flugtechniker, vor dessen Arbeiten wir am ausgehenden Mittelalter ehrfürchtig Halt machen müssen, ist Leonardo da Vinci. Es würde wohl diesen ganzen Band füllen, wollte man die zahlreichen Ideen, die Leonardo über den Flug niederschrieb, hier wiedergeben und erklären. „Schier zahllos sind die Notizen und Skizzen über den Flug der Vögel und anderer fliegender Tiere, sowie über Flugmaschinen, die Leonardo in seinen Manuskripten zusammengetragen hat,“ sagt Theodor Beck, einer der besten Kenner des literarischen Nachlasses von Leonardo[16]). Wir können uns hier

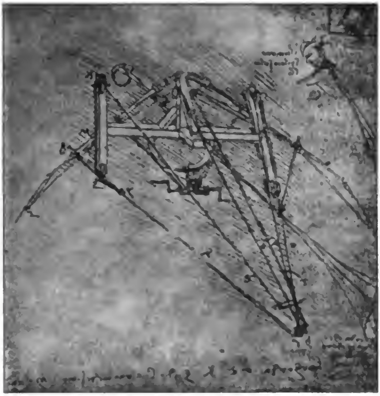


Abb. 111. Flugmaschine für Fuß- und Handbetrieb von Leonardo da Vinci.

also nur einige flugtechnische Ideen von Leonardo ansehen. Da ist zunächst — wie wir schon auf S. 35 hörten — ein besonderes Heft, „Über den Flug der Vögel“, das sich mit dem Fliegen der Vögel, der Fledermäuse, der Fische und der Insekten, sowie mit dem instrumentalen Fliegen beschäftigt. Unter Leonardos Skizzen fällt die hier in Abb. 110 wiedergegebene Konstruktion einer Flugmaschine[17]) auf, die die große Kraft der Streckmuskel der Beine zur Bewegung der Flügel benutzt. Am rechten unteren Ende der Maschine sehen wir in der von Leonardo geschriebenen Spiegelschrift die Buchstaben d, c, b, a (was wie ein i aussieht) und f; oben in der Mitte der Maschine sehen wir den Buchstaben M. Leonardo beschreibt die Maschine, die durch Treten bewegt wird,

also: „a biegt den Flügel, b dreht ihn mit dem Hebel, c zieht ihn herab, d hebt ihn von unten nach oben. Der Mensch, der die Maschine bewegt, hat seine Füße in f und d. Der Fuß f zieht den Flügel herunter und der Fuß d hebt ihn in die Höhe. Der Zapfen M ist gegen die Senkrechte geneigt, damit, wenn die Flügel herabgehen, sie sich gegen die Füße des Mannes hinneigen. Das ist es, was bewirkt, daß der Vogel vorwärts kommt. Diese Maschine wirst du über einem See probieren. Und du wirst einen langen, mit Luft gefüllten Schlauch umgürtet tragen, damit du beim Fallen

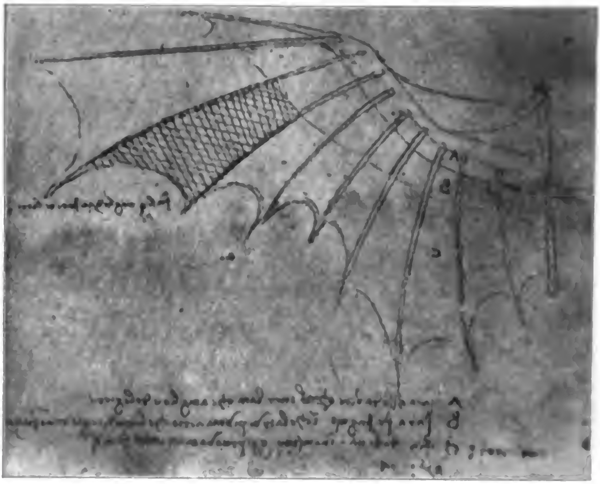


Abb. 112. Flügel einer von Leonardo da Vinci entworfenen Flugmaschine.

nicht ertrinkst. Auch kann man, wenn man will, machen, daß das Niedergehen der Flügel mit beiden Füßen gleichzeitig geschieht, so daß jeder Flügel durch einen Fuß niedergezogen wird, damit du zögern und dich im Gleichgewichte halten kannst, indem du den einen schneller herabziehst als den anderen, wie du es Weihe und andere Vögel machen siehst. Auch erfolgt das Niederziehen mit zwei Füßen um so viel kräftiger als mit einem, allerdings ist die Bewegung um so viel langsamer, und das Aufheben muß durch die Kraft einer Feder, oder, wenn du willst, mit der Hand geschehen, oder auch dadurch, daß du die Füße an dich ziehst, was besser ist,

damit du die Hände frei hast." In dieser Abbildung sind nur die Gerippe der Flügel, nicht deren Bespannung, gekennzeichnet.

Wie Leonardo sich die Bespannung dachte, sagt er an anderer Stelle[18]: „Erinnere dich, daß dein (künstlicher) Vogel nichts anderes nachahmen darf als die Fledermaus, weil ihr Gewebe eine Armatur oder besser eine Verbindung der Armatur, das heißt das Hauptsegel der Flügel, ausmacht. Und ahmtest du die Schwingen der gefiederten Vögel nach, selbige sind von mächtigeren Knochen und stärkerer Nervatur, weil sie durchlöchert sind, d. h. weil ihre Federn unverbunden und von der Luft durchstrichen sind. Aber die Fledermaus hat die Hilfe des Gewebes, das alles verbindet und nicht durchlöchert ist." Den Fledermausflügel zeichnet Leonardo in der Weise, wie Abb. 112 erkennen läßt[19]. Die Flugversuche sollen nicht in der Nähe der Erde, sondern möglichst hoch vorgenommen werden, sagt Leonardo[20]: „Immer müßte die Bewegung des (künstlichen) Vogels über den Wolken sein, damit der Flügel sich nicht bade . . . und um der Gefahr der Drehungen der Winde innerhalb der Bergschluchten zu entfliehen, wo es immer Ansammlungen und Wirbel von Winden gibt. Und außer diesem, wenn der Vogel sich um und um wälzte, hast du noch weite Zeit, ihn mittels der schon gesagten Regeln wieder umzukehren, ehe er die Erde erreicht." Im Geiste sah Leonardo die Umwälzung, die eine Flugmaschine hervorbringen mußte. Er erhoffte sie sogar von seinem künstlichen Vogel[21]: „Es wird seinen ersten Flug nehmen der große Vogel, vom Rücken des riesigen Schwanenhügels (bei Florenz) aus, das Universum mit Verblüffung, alle Schriften mit seinem Ruhme füllend und ewige Glorie sein dem Neste, wo er geboren ward." Inwieweit Leonardo selbst praktische Flugversuche machte, wissen wir bis jetzt nicht. Es ist jedoch höchst wahrscheinlich, daß er es nicht nur bei Berechnungen und Skizzen ließ. Leider blieben seine Flugmaschinenzeichnungen, wie alles andere Technische von ihm, bis in unsere Zeit nahezu unbeachtet.

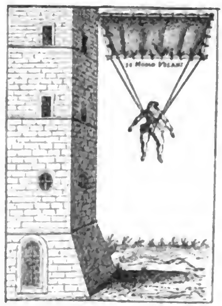


Abb. 113.
Fallschirm. 1617.

Hätte man Leonardos nachgelassene Skizzen studiert, dann wäre zum mindesten sein Fallschirm bekannt geworden. Bei einer kleinen Skizze eines in Form einer Pyramide gebauten Fallschirms, an dem an vier Seilen ein Mensch schwebend hängt, sagt Leonardo[22]: „Wenn man ein dichtes Zeltdach hat von 12 Ellen Seitenlänge und 12 Ellen Höhe, so kann man sich von jeder Höhe ohne Furcht vor Beschädigung herablassen." Über hundert Jahre nach Leonardo entwirft Verantius

in seinem Buch über neue Maschinen den in Abb. 113 dargestellten Fallschirm, der aus einem einfach, über einen viereckigen Rahmen gespannten Segeltuch besteht. Der Fallschirm soll bei Verantius als Mittel dienen, um sich von einem hohen Turme aus herablassen zu können[23]).

Es scheint, daß man keinen dieser beiden alten Fallschirme noch kannte, als die Luftballons im Jahre 1783 bekannt wurden. Man hätte sonst nicht vielerlei recht unpraktische Vorschläge machen können, um ohne Gefahr aus großer Höhe herabspringen zu können. So wurde z. B. im Jahre 1777 ein Anzug bekannt gemacht, der den Träger bei einem Sprung in die Tiefe sicher zur Erde führen sollte[24]), und 1781 erfand ein Mann in Paris eine Fallmütze, die den Kopf eines hoch herabfallenden Menschen nach oben richten sollte, so daß der Betreffende stets auf den Füßen zur Erde kam[25]). Nach den ersten Aufstiegen von Menschen im Luftballon versuchte der Pariser Physiker Louis Sébastian le Normand eine recht einfache Fallschirmvorrichtung: er ließ sich mit zwei versteiften Regenschirmen am 26. Dezember 1783 von einer entästeten Linde herab[26]). Den einzelnen Fallschirm konnte le Normand erst im Jahre 1784 der Lyoner Akademie der Wissenschaften vorlegen. Am 23. August 1786 ließ der Luftschiffer Blanchard in Hamburg zum erstenmal vom Luftballon aus ein lebendes Wesen, einen Hammel, mit dem Fallschirm herabstürzen[27]), und da dies glücklich gelang, wagte Garnerin am 22. Oktober 1797 bei einer Ballonfahrt von Paris aus den Absprung mit dem Fallschirm aus einer Höhe von ungefähr 680 m (Abb. 114). Später haben besonders die Artisten, die mit Luftballons öffentliche Schaustellungen gaben, den Absprung mit dem Fallschirm als eine Glanznummer vorgeführt. Heute hat der Fallschirm sehr an Bedeutung verloren[28]).

Kehren wir wieder in die Zeit von Leonardo da Vinci zurück. Da war in Nürnberg ein Kantor, der es versuchte, auf künstlichen Flügeln herabzuschweben. Zuletzt hatte er jedoch Unglück mit seinen Versuchen, denn er verletzte sich bei einem Schwebeflug schwer[29]). Zu Leonardos Lebzeiten finden wir sogar einen Mann, der es unserem Blériot gleichtun wollte. Der Abenteurer hieß John Damian und war ein Günstling von Jakob IV., König von Schottland, an dessen Hof er es bis zum Leibarzt gebracht hatte. Obwohl er seinem Herrn durch Spiel und Alchemie mehr als einmal den Säckel geleert hatte, erhielt er sich die Gunst des Königs, und als dieser im September des Jahres 1507 eine Gesandtschaft von Schottland nach Frankreich rüstete, schlug Damian vor, die Herren hinüberfliegen zu lassen. Da der König darauf aber nicht einging, erbot Damian sich selbst zu dem Flugexperiment. Mit einem Paar großer Flügel, die er sich am Körper befestigt hatte, bestieg er die Mauer des Stirling-Schlosses und begann vor Tausenden Zuschauern seinen großartig gedachten Flug. „Über die Streitfrage, warum das Unternehmen mißglückte, konnte eine völlige Einigung nicht erzielt werden.



Abb. 114. Der erste Abstieg am Fallschirm vom Ballon aus, am 22. Oktober 1797.

Damian glaubte die Lösung in dem Umstande gefunden zu haben, daß in den Flügeln unter den Adlerfedern einige Hühnerfedern gewesen seien. Diese hätten das Bestreben gezeigt, auf den Misthaufen zurückzukehren, statt in die Lüfte aufzusteigen. Doch scheint er auch auf Adlerfedern kein allzu großes Vertrauen gesetzt zu haben; denn von einer Wiederholung des Versuches wird nichts berichtet[30])."

Außer diesem Damian traten noch mancherlei Flugphantasten im 16. Jahrhundert auf. Es seien nur genannt der in Troyes in der Campagne lebende italienische Uhrmacher Bolori, der ums Jahr 1550 vom Stadtturme aus herabfliegen wollte, es aber nicht zuwege brachte[31]), ferner Julius Cäsar Scaliger[32]), der 1557 den Vorschlag machte, die Taube des Archytas als Luftflugapparat aus dünner Goldschlägerhaut herzustellen, und endlich Magnus Pegel aus Rostock, der sich gegen Ende des 16. Jahrhunderts viel Mühe gab, eine Flugmaschine zustande zu bringen: „Außer dem gefesselten sogenannten fliegenden Drachen sind (unter meinen Erfindungen) auch besondere Arten eines auf allen Seiten freien Luftschiffes und dessen beliebiger Steuerung nach der Seite, nach oben und nach unten. Diese Methoden müßten allerdings noch durch praktische Versuche erprobt werden. Es ist das zwar eine besondere, gefahrvolle und auf den ersten Blick und, wenn man die Mittel noch nicht kennt, unmögliche Sache. Aber Dinge, die man nicht versteht, bekritteln und mit Hohn überschütten, das kann jeder, auch der größte Dummkopf[33])."

Im Laufe des 16. Jahrhunderts war aber der Drache, der bis dahin — wie wir im Abschnitt über Ballonschiffahrt noch hören werden — zum geheimen Rüstzeug der Ingenieure zählte, durch Druckschriften bekannt geworden. Der Italiener Giovanni Batista Porta beschrieb den Drachen zuerst in seinem Buch über natürliche Magie[34]), das im Jahre 1589 in zweiter, erweiterter Auflage erschien. Es ist hier beachtenswert, daß Porta schon klar ausspricht, man könne sich auf den langsamen Niederflug mit drachenartigen Flügeln einüben. Hätte man damals eine größere Versuchsreihe in dieser Richtung gemacht, so hätten wir die von Lilienthal erzielten Erfolge schon um 300 Jahre früher erreichen können. Nach einer unklaren Andeutung eines Drachens in einem im Jahre 1591 erschienenen Buch[35]) finden wir seine Beschreibung im folgenden Jahre in einem Werk von Johann Jakob Wecker wieder[36]). Die noch heute fast allenthalben zu findende Angabe, Athanasius Kircher[37]) habe den Drachen im Jahre 1646 zuerst erfunden, ist also gänzlich falsch. Schon sechzehn Jahre vorher war in Frankfurt a. M. ein Schiffsknecht, der einen großen Drachen nicht rechtzeitig losgelassen hatte, in den Main gezogen worden und ertrunken. Kircher schöpfte seine Kenntnisse vom Drachen aus den genannten Schriften von Porta und Wecker, aus einem Buch von Daniel Schwenter[38]) und aus Berichten seiner Ordens-

brüder, der Jesuiten. Besonders interessant ist es, von Kircher zu hören, daß man damals bereits Drachen anfertigte, die so groß waren, daß sie einen Menschen in die Höhe zu heben vermochten. In neuerer Zeit sind solche Drachen besonders in England und Rußland zu militärischen Zwecken wieder verwendet worden, um Beobachtungsposten hoch über das Gelände emporzuheben.

Im 17. Jahrhundert schrieben über die Fliegekunst schon eine lange Reihe von Leuten, doch aus der Menge sind nur wenige Namen erwähnenswert, so der Tübinger Professor Fleyder[39]), Laurentius Beyerlink[40]), John Wilkins[41]), Giovanni Alfonso Borelli[42]) und Georg Pasch[43]). Die meisten Nachrichten dieser Zeit geben sich auf den ersten Blick als Phantastereien zu erkennen. So wird in einem im Jahre 1638 in Spanien und England erschienenen, später ins Französische übersetzten Roman, der vom Mann im Monde handelt, der Flug eines Menschen in der Weise beschrieben, daß der Mondreisende auf einem Gestell sitzt, an das zehn Vögel gebunden sind. Durch ihren Flügelschlag sollen die Tiere das Gestell mit dem Luftfahrer emporheben und dieser will das Fahrzeug mittels eines Segels lenken. Später ging diese Darstellung übrigens in den deutschen Simplizissimus-Roman über[44]). Viel genannt wird aus jener Zeit Giovanni Batista Dante aus Perugia, dem man nachrühmt, daß er über eine Einbuchtung des Trasimener Sees geflogen sei[45]); doch bisher gelang es nicht, eine Beglaubigung dieser Nachricht aufzufinden. Der Wunsch wird wohl das einzige gewesen sein, was Dante beschäftigt hat. Von anderen Flugphantasten der damaligen Zeit berichtet I. I. Becher[46]) im Jahre 1682. Er nennt zuerst den Nürnberger Mechaniker Johann Hautsch, dann jemanden, der im Haag geflogen sei, ferner einen fliegenden Schuster in Augsburg sowie einen fliegenden Franzosen. Zuletzt erzählt Becher: „An dem Königlichen Polnischen Hof hat auch ein Italiener / Namens Barottini / ein Schiff oder Machinam von Stroh oder Past gemacht / und die Sache doch so weit gebracht / daß er sich selbst dritte damit von der Erden geschwungen / aber es hat allezeit etwas daran gefehlt / und ist nie zur Perfection kommen / wiewohl er anfangs vorgeben, er wolle innerhalb 12 Stunden Zeit von Warschau nach Constantinopel fliegen; der bekandte Englische Wachs-Poussirer / M. Simon hat mir diese Historie erzehlt / und die Machinam, sammt dem Inventore in Polen selbst gesehen." Der Italiener hat übrigens Barettini, nicht, wie Becher schreibt, Barottini geheißen[47]). Der von Becher genannte Schuster aus Augsburg war ein gewisser Salomon Idler, der ursprünglich aus Cannstatt stammte und in Augsburg eine wohlhabende Schusterswitwe geheiratet hatte. Er hatte sich das Fliegen in den Kopf gesetzt und wollte es gar vom hohen Perlachturm herab versuchen. Schließlich aber überredete man ihn, daß er nur vom niedrigen Nebengebäude eines Hauses auf eine darunter errichtete Holzbrücke von seinen Flügeln getragen herabspringen sollte. Der Vorsicht halber wurde die Holz-

brücke noch mit weichen Betten belegt. Aber selbst dieser niedrige Sprung gelang diesem Schuster nicht einmal. Er kam nämlich auf der Brücke so heftig an, daß sie zusammenbrach. Idler aber schlug vor Ärger seine Flugmaschine in Trümmer, dann aber wurde er Direktor einer umherziehenden Schauspielertruppe[48]). Der von Becher erwähnte fliegende Franzose war ein Schlosser namens S. Bessnier aus Sablé. Er hatte sich einen recht primitiven Flugapparat ausgedacht, der auf den Schultern festgeschnallt war. Acht an einem Rahmenwerk angebrachte, wagerecht liegende Klappen sollten, wenn sie mit Hilfe der Kraft von Armen und Beinen auf und ab bewegt wurden, die Luft unter sich auffangen, so daß der Fliegende getragen würde. Der Flugapparat von Bessnier wurde 1678 in Frankreich und drei Jahre später in England sogar in Gelehrten-Zeitschriften beschrieben[49]).

Auch das erste Patent auf einen Flugapparat fällt noch in das 17. Jahrhundert. Edward Somerset Marquess of Worcester, dessen Endlos wir schon in der Geschichte der Dampfmaschine kennen lernten, sicherte sich am 15. November 1661 ein Patent auf einen fliegenden Mann. Worcester weiß aber nichts anderes zu sagen, als: „Wie man einen fliegenden Mann macht; was ich bei einem kleinen Knaben von zehn Jahren in einer Scheuer versucht habe, wo man von einem Ende bis zum andern Heu aufgeschichtet hat[50]).“

Verschiedene Verfahren, die seiner Ansicht nach zur Konstruktion einer Flugmaschine brauchbar wären, machte der Jesuit Francesco Lana-Terzi. Lana hatte sich eingehend mit der Luftschiffahrt beschäftigt und den heute noch gültigen Satz aufgestellt, daß man entweder mit einer Maschine, die leichter als die Luft, oder mit einer solchen, die schwerer als die Luft sei, emporsteigen könne. Man feiert Lana deshalb neuerdings als den wissenschaftlichen Begründer der Luftschiffahrt.

Über seine Maschinen, „schwerer als die Luft“, schreibt Lana[51]):

„Erstens kann man das mit kleinen Blasebälgen erreichen, welche von einem Zahnradwerke in Bewegung gesetzt werden. Man fertige eine Taube oder einen Adler oder sonst einen Vogel aus möglichst leichtem Stoffe und mache dazu Flügel aus Federn oder anderer Materie, welche geeignet ist, den Wind aufzufangen. Diese verbinde man mit dem Rumpfe der Taube in der Weise, daß sie sich leicht regen und bewegen können. Dann bringe man im Leibe derselben einige Zahnräder an, welche sich vermittels einer Feder bewegen, ähnlich wie das bei Uhren gebräuchlich ist. Diese Räder werden durch ihre Bewegung zwei kleine Blasebälge in Tätigkeit setzen, und zwar so, daß der eine sich senkt, während der andere sich hebt, was keine Schwierigkeit für einen, der weiß, wie die nämlichen Räder bei den Uhren die Unruhe bewegen. Den Luftstrom der kleinen Blasebälge läßt man durch zwei Röhrchen unter den Flügeln an den Seiten der Taube herausdringen, so daß die Flügel durch die mit Unterbrechung erfolgenden Stöße in Bewegung ge-

setzt werden, auf- und niederschlagen, dadurch der Luft Widerstand bieten, sich erheben und die Maschine zum Fluge bringen. Das wird so lange währen, als die Bewegung des Räderwerkes und der Blasebälge anhält. Dieses Verfahren scheint mir dem Bericht des Aulus Gallius zu entsprechen.

Ein zweites, ähnliches Verfahren besteht darin, daß man jene Zahnräder in einer Weise anfertigt, daß sie, anstatt die Blasebälge, direkt die Flügel in eine der Schwere der Maschine entsprechende Bewegung setzen, so daß sie sich erheben und fliegen kann.

Drittens könnte man auch die Luft in einer Blase oder einem Gefäße im Rumpfe der Taube gewaltsam kondensieren. Wenn man dann das Gefäß vermittels eines Hähnchens öffnet und die Luft durch zwei Röhrchen unter die Flügel streichen ließe, so würden diese durch die Triebkraft emporgestoßen werden. Aber eine solche Bewegung würde nur kurze Zeit andauern.

Viertens endlich könnte man den Vogel zum Steigen bringen, ähnlich wie ein Ei voll reinem Tau sich erhebt, wenn es den warmen Sonnenstrahlen ausgesetzt ist. Man müßte nur in den Rumpf des Vogels das Ei oder eine Blase voll ganz dünner Flüssigkeit einschließen, welche leicht von der Sonnenwärme verdünnt würde und emporstiege.

Soviel wollte ich hierüber andeuten, um scharfen Geistern den Weg zur Vervollkommnung dieser Erfindung und zu neuen Entdeckungen auf diesem Gebiete zu ebnen. Zugleich sollte das eine Vorbereitung sein zu einer noch sonderbareren Erfindung, die ich gemacht habe."

Klar sind die Ideen Lanas keineswegs. Obwohl er kurz vorher den von Porta beschriebenen Drachen erwähnt, den „heutzutage selbst die Kinder kennen", benutzt er den Drachenflieger nicht, sondern denkt an die Verwendung von Blasbälgen oder Schwingenfliegern.

Auf Grund eingehender Studien des Vogelfluges kam der Italiener Giovanni Alfonso Borelli auf einige Bemerkungen über mechanische Flugapparate[52]). Borellis Werk wurde für die wissenschaftliche Untersuchung der Theorie der Körperbewegung der Tiere und Menschen grundlegend. So interessant aber auch die dort niedergelegten Ansichten über den Vogelflug waren, so wenig konnten sie dennoch die Entwicklung der Flugtechnik beeinflussen. Selbst bis zum Ende des 17. Jahrhunderts waren die Flugkünstler noch nicht weit gekommen. Alle hatten mehr Worte als Versuche gemacht. Und als im Jahre 1695 der Kieler Theologieprofessor Georg Pasch mit einer von ihm erfundenen „Maschine à la Icarus" recht unsanft auf dem harten Erdboden angekommen war, während er doch zur Sonne hinauf steuern wollte, gab er die Versuche auch wieder auf und widmete sich hinfort der Aufzeichnung der sonderbaren Erfindungen seines Jahrhunderts.

Wir kommen nun zu einem Manne, der auf eine recht sonderbare Art in der Luftschiffahrt berühmt wurde, zu dem Brasilianer Bartholomeu Lourenco de Gusmao[53]). In vielen Werken wird Gusmao als Jesuit bezeichnet, doch ist diese Annahme falsch, denn im Archiv der brasilianischen Provinz der Gesellschaft Jesu findet sich „Bartholomeus Laurentius" schon im Jahre 1701 unter den entlassenen Scholastikernovizen. Er war also weder Jesuit noch Exjesuit, weil er niemals der Gesellschaft als Mitglied angehörte, sondern schon als Novize austrat. Gusmao hielt sich später in Europa auf und fand in Elisabeth von Braunschweig-Wolfenbüttel, der Gemahlin Karls III. von Spanien, eine Gönnerin. Es wird vielfach behauptet, in Braunschweig sei noch heute der Briefwechsel vorhanden, den Gusmao mit Elisabeth geführt habe. Eingehende Nachforschungen in Braunschweig ergaben aber das Gegenteil dieser Behauptung. Durch Elisabeth wurde Gusmao dem König Johann V. von Portugal empfohlen, und an diesen wandte er sich im März 1709 mit einer Bittschrift, die sich noch heute im Besitz der Universität Coimbra befindet. Trotz vieler Bemühungen gelang es mir bis jetzt nicht, eine Abschrift des Originals zu erhalten, und ich kann deshalb nur eine im Jahre 1714 erschienene deutsche Veröffentlichung derselben hier wiedergegeben[54]):

„Abschrift eines Anbringens, so Ihro Königlichen Portugiesischen Majestät ein Geistlicher aus Brasilien in portugiesischer Sprache überreicht.

Der Pater Barthelme Laurent sagt, daß er ein Werk erfunden, mittelst dessen man weit geschwinder durch die Luft als sonsten über das Meer oder Land reisen könne, sogar daß man öfters ein paar hundert Meilen in 24 Stunden machen und zu denen weit entlegenen Kriegsheeren die erteilten Befehle und gefaßten Ratschlüsse fast eben in der Zeit, da dieselben im geheimen Rat erörtert und beschlossen worden, übersenden möge; welches Ihrer Königlichen Majestät um so viel mehr anständiger, weil Deroselben Königreiche eins von dem andern weit entlegen; so auch in Ermangelung Dero Königlichen Rat bei Deren Einkünften und Erweiterungen nicht mögen erhalten noch vermehrt werden.

Die Handelsleute können ihre Kaufmannsschaften füglicher haben und Briefe als auch Pakete übersenden; so wird man eben durch solches Werk die belagerten Plätze mit Notwendigkeiten versehen und jenen Hilfe an Volk sowohl als Lebensmitteln Kriegsgezeug zuschicken können. Man mag ferners aus solchen Plätzen herausziehen, was man will, ohne daß es die Feinde verhindern werden können. Es haben die Portugiesen die an denen äußersten und beiden höchsten Himmelszirkeln nächst gelegenen Länder entdecket; und wird es ihnen zu größerer Glorie gedeihen, daß sie dieses so schöne Werk, durch die Luft zu reisen hervorgebracht, welches soviel Völkerschaften zu tun versucht, doch nie ins Werk stellen können. Und gleichwie in Ermanglung der Landkarten soviel Un-

glück und Schiffbruch geschehen, als wird man desto leichter durch wohlgedachtes Werk die Weite der Welt abnehmen mögen, wie auch andere Sachen mehr, so würdig seind von Eurer Majestät beobachtet zu werden. Weil aber unzählbar viel Unordnung durch die Nutzbarkeit dieses Werkes sich ereignen dürften, als würde man, jene zu vermeiden, verschaffen müssen, daß der Gebrauch und über solches die Vollmacht nur einer einzigen Person, welche Euer Majestät höchsten Befehl untergeben, anvertraut und ein jeder, so hiewider handelt, gestraft werden solle.

Euer Königliche Majestät wollen sichs belieben lassen, dem Ansucher die Freiheit zu erteilen, daß niemand sich unterstehen solle, dieses Werks sich zu bedienen, weniger solches ohne besondere Bewilligung des erwähnten Ansuchers oder dessen Erbnehmern nachzumachen, bei Strafe der Verfallenheit und Entziehung alles dessen Hab und Guts, so hierwider sich vergreifen und Euer Königlichen Majestät Befehl nicht Gehorsam leisten würde. Auch solle die Hälfte des Verfallenen dem Ansucher, die andere Hälfte aber dem Angeber zukommen und dieses sowohl in als außer Eurer Königlichen Majestät Königreichen ohne Ausnahme und Unterscheid der Personen verfangen, auch Euer Königlichen Majestät ihnen vorbehalten, die Übertreter nach Erforderung dieses Werkes zu bestrafen.

Euer Königliche Majestät

G. A. M.“

Die Bittschrift hatte den Erfolg, daß die zuständige königliche Behörde die nötigen Erkundigungen einzog und daß daraufhin dem Gusmao vom König ein Privileg erteilt wurde, das sich gleichfalls noch heute im Besitz der Universität Coimbra befinden soll. Es lautet:

„Nach dem Antrage und außer den Strafen füge ich noch die Todesstrafe über die Übertreter hinzu und, um dem Bittsteller noch mehr Antrieb zur Herstellung des neuen Apparates zu geben, um das zu verwirklichen, wovon er spricht, gewähre ich ihm gnädigst das erste vacant werdende Kanonikat in meinen Seminarien zu Barecllos oder Santarem und die Stelle eines ersten Lehrers der Mathematik an meiner Universität zu Coimbra mit 600 Milreis Jahresgehalt, welche ich hiemit neu schaffe und zwar auf Lebenszeit nur für den Bittsteller.“

Lissabon, den 17. April 1709.

Mit eigener Unterschrift

S. M.“

Selbst unter der Voraussetzung, daß diese beiden Schriftstücke echt und richtig wiedergegeben sind, läßt sich nicht allzuviel daraus entnehmen. Gusmao hatte eine Idee, und der König ist bereit, ihm die Ausführung zu ermöglichen. Es wird nun weiter erzählt, aber

kein Mensch weiß recht warum, Gusmao habe auf den 24. Juni 1709 eine Probe seiner Fliegekunst in Lissabon zeigen wollen. Es wird sogar noch weiter erzählt, die Probe sei auf den 8. August 1709 verschoben worden, dann aber in Gegenwart des Königs glänzend vonstatten gegangen. Wie die Maschine beschaffen war, wissen wir bis heute nicht. Daß sie ein mit Papier überspannter, aus Weidenruten geflochtener großer Ballon gewesen sei, ist durch nichts erweislich. Im günstigsten Fall kann es sich bei Gusmao nur um einen Apparat zum Abwärtsschweben gehandelt haben. Doch


Nachricht
Von dem
Fliegenden
Schiffe /
So aus
Portugal /
Den 24. Junii in Wien mit seinem
Erfinder /
Glücklich ankommen.

Von neuen nach dem allbereit gedruckten Exemplar in die Naumburger Meß gesandt.
ANNO 1709.

Abb. 115. Titelblatt einer Flugschrift von 1709.

ehe sich über die Form der Ausführung weiter streiten läßt, müßte man mindestens die Abschriften der Originalakten besitzen. Es ist in dieser Angelegenheit in den 200 Jahren so viel zusammengeschrieben worden, daß es kaum mehr möglich ist, festzustellen, wer dieses oder jenes einzelne Wort hinzugefügt hat.

Gusmaos Berühmtheit kam aber auf eine recht sonderbare Art ganz getrennt von seinen in Lissabon unternommenen Arbeiten zustande. Ein zwischen Portugal und Österreich reisender Kurier, namens Franz Gualzeti, brachte im Jahre 1709 die Nachricht mit, daß ein „Geistlicher aus Brasilien“ in Portugal fliegen wolle. Auf

eine bis heute nicht aufgeklärte Weise kam diese Nachricht in Wien sogleich zum Druck, vermutlich zuerst im „Wienerischen Diarium“[55]). Dann erschien sie in Form von Flugblättern, und zwar sowohl mit als ohne Abbildungen. Text wie Abbildungen sind später in vielfach veränderter Form nachgedruckt worden[56]). Auf Seite 303 ist die Abbildung nach einem der Wiener Originaldrucke vom Jahre 1709 wiedergegeben. Auch der Text eines Wiener Flugblattes folgt hier nach dem Original (s. Abb. 115):

„Wien vom 24. Junii 1709.

Gestern früh um etwan neun Uhr war alles in hiesiger Stadt in großen Allarm und Bestürtzung / alle Gassen lieffen voller Leute / und die jenigen / so nicht auff den Gassen waren / lagen in den Fenstern / frugen was zu thun wäre; fast keiner aber konte dem andern gewissen Bescheid geben / die Leute lieffen umher und rieffen / der Jüngste Tag wolte einbrechen / andere / man verspührete ein starckes Erdbeben / noch andere / es ließe sich eine gantze Armee Türcken vor den Thoren sehen. Endlich kam allen zu Gesichte in der Lufft eine unbeschreibliche Menge großer und kleiner Vögel / welche / wie es anfänglich schiene / um einen gar großen Vogel umher flogen und mit demselben stritten. Es zog sich aber dieser Schwarm nach gerade weiter herunter und der Erden näher zu / da man sehen kunte / daß dasjenige / so man für einen großen Vogel angesehen / eine Maschine war / in Gestalt eines Schiffes / mit einem darüber her sich ausbreitenden Seegel / welche in der Lufft daher schwebete / und einem Menschen / wie ein Münch gekleidet / in sich hielte / der mit verschiedenen Schüssen seine Ankunfft kund machte. Nach vielen circuliren / so dieser Lufft-Reuter in der Lufft machte / sahe man wohl / daß seine Intention war / sich auff einem Platze in dieser Stadt nieder zu lassen / es kam aber unvermuthet ein Wind / der ihn an seinem Vorhaben nicht allein verhinderte / sondern ihn auch an die St. Stephans Thurm-Spitze trieb / und machte / daß sich an derselben das Seegel verwickelte / so daß die Maschine daran hangen blieb. Diese Begebenheit verursachte einen neuen Lärmen unter dem gemeinen Volcke / welches alles nach dem Thum-Platze zulieff / so daß wol 20, Menschen in dem großen Gedränge sollen erdrücket seyn. Den in der Lufft verarrestirten Menschen aber / war mit allen den Augen / so auff ihn gafften / nichts geholffen / sondern er verlangte durch Hände errettet zu werden / welche aber zu kurtz waren / ihm einige Hülffe zu leisten. Als er nun ein paar Stunden die situation dieser Stadt unter sich betrachten müssen / und sahe / daß ihn von Frembden nicht konte geholffen werden / ward er ungeduldig / nahm die in der Maschine habende Hammer und Brech-Instrumenta zur Hand / und arbeitete darmit so lange / biß der oberste Theil der Spitze / so ihm arretirte / herunter fiel / kam dadurch wieder in Flug / und nach einigen Herumschwencken / brachte er sein Lufft-Schiff mit großer adresse ohnweit der Käyserlichen

Burg auff dem Platz zu stehen. Gleich wurde eine Compagnie Soldaten von hiesiger Guarnison dahin gesandt / um diesen Ankömmling in Schutz zu nehmen / denn er sonst von dem neugierigen Pöbel wäre zertreten worden. Und ward darauff ins Wirths-Hauß zum schwartzen Adler gebracht / woselbst er einige Stunden ausruhete / nachmahls aber seine bey sich habende Brieffe abgab / und dem allhier sich aufhaltenden Portugisischen Abgesandten / auch andern vornehmen Herren / welche ihm die Visite gaben / erzehlte / wie er den 22. Junii / als vorigen Tages / Morgens umb 6. Uhr von Lissabon mit seiner neuinventirten Lufft-Maschine abgefahren / unter Wegens große Anfechtung und avanturen gehabt / mit denen Adlern / Störchen / Paradieß- und andern auff Erden unbekandten Vögeln continuirlich streiten müssen / und ohne die 2. Doppelhacken und 4. Flinten / welche er bey sich gehabt / und eins ums andere abgefeuret / er mit dem Leben nicht würde davon kommen seyn. Als er den Mond vorbey passiret / sagte er / hätte er wahrgenommen / daß / als man ihn auff demselben ansichtig worden / ein großer Tumult entstanden. Und weil er nahe vorüber geflogen / und alles sehen und unterscheiden können / hätte er / so viel in Eyle müglich gewesen / observiret / daß Berg und Thal / See / Flüsse und Felder darin wären / auch lebendige Creaturen / und Menschen / welche zwar Hände hätten / wie die hiesigen Menschen / aber keine Füße / sondern schlichen auf der Erden daher wie die Schnecken / es trüge aber gleich denen Schild-Kröten ein jeder Mensch einen großen Deckel auff dem Rücken / worin er sich hinein ziehen / und gäntzlich verbergen könte. Und weil solcher gestalt keiner einer andern Wohnung bedürfftig wäre / hielte er davor / daß er auch daher keines eintzigen Hauses oder Schlosses in dieser Mond-Welt wäre ansichtig worden. Seines dafür Haltens könne dieses Mond-Königreich / wenn es etwa mit 40. oder 50. Stück seiner erfundenen Lufft-Schiffe / deren jedes mit 4. a 5. bewehrten Leuten müste besetzet seyn / attaquiret würde / gar leicht und ohne großen Widerstand emportiret werden. Ob Ihro Konigl. Majest. in Portugal nun zu dieser conquete Anstalt werde machen lassen / wird die Zeit geben.

Was ich sonsten von diesem Theseus noch erfahren werde / wil bey nächster Post melden. Die Maschine ist in hiesiges Zeug-Hauß gebracht.

P. S. So gleich erfahre / daß gedachter Lufft-Schiffer als ein Hexen-Meister in verhafft genommen sey / und wol dürffte / nebst seinem Pesago ehister Tagen verbrandt werden / vielleicht damit diese Kunst / welche / wenn sie gemein werden solte / große Unruhe in der Welt verursachen könte / unbekandt bleiben möge."

Es ist kaum zu glauben, daß dieser Unsinn, wenn man nicht sagen will, diese Lügen, vom andächtigen Publikum bis auf die heutigen Tage geglaubt wurden. Noch im Jahre 1733 dauerte die Reise von Lissabon nach Wien 80 Tage. 42 Tage davon entfielen

auf den Schiffweg bis Hamburg, 30 Tage rechnete man auf die Wagenfahrt und 8 Tage brauchte man zur Ruhe[57]). Und trotzdem glaubte man, daß man mit einem sinnlos konstruierten Luftfahrzeug, trotzdem man den kleinen Umweg am Mond vorbei machte, in weit kürzerer Zeit von Portugal nach Wien kommen könne.

Wie unkritisch jene Zeiten waren, geht am besten aus der Beschreibung des famosen Fernfahrzeugs hervor[58]):

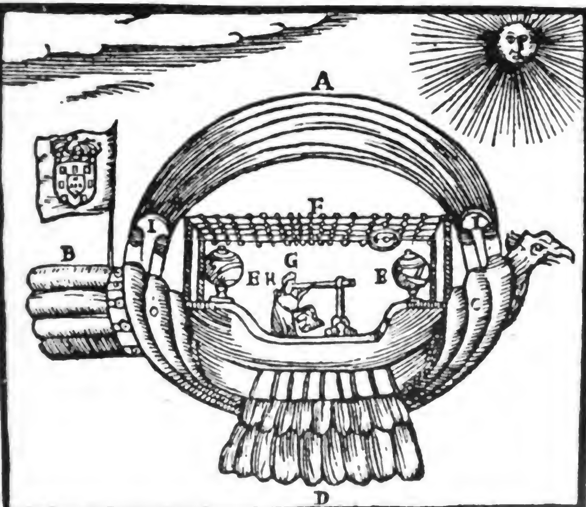


Abb. 116. Flugschiff nach dem Lügenbericht von 1709.

„A zeigt die Art des Segels, welches dazu dienen wird, die Luft zu durchschneiden, indem es (das Schiff) seinen Weg nach der Richtung nehmen wird, nach welcher jenes gerichtet ist.

B zeigt die Art, auf welche es gelenkt wird; denn ohne dieses würde es seinem Willen und nicht dem des Künstlers oder Steuermannes folgen.

CC geben den Körper der Barke an, welcher muschelartig gefaltet ist und in jedem Hohlraum eine Röhre trägt, welche von innen aus vermittels eigens dazu angefertigter Blasebälge als Ersatz in Tätigkeit treten, wenn es an Wind fehlt.

D bezeichnet die Gestalt von Flügeln, welche nur dazu dienen,

die Barke zu stützen, damit sie nicht auf die Seite falle; denn indem diese den Wind auffangen, wird er sie in keiner Weise umwerfen können.

EE geben die Kugeln an, in welchen das anziehende Geheimnis steckt: sie sind aus Metall gefertigt und dienen als Hülle, damit der Magnetstein nicht verdirbt, welcher durch das hohle Fußgestell hindurch beständig die Barke an sich ziehen wird. Der Körper der Barke ist aus Holz, mit Eisenblech beschlagen und mit Matten aus Rohrkolben oder Roggenstroh belegt, zur Bequemlichkeit der Passagiere, deren sie ungefähr 10 und mit dem Erfinder 11 tragen wird.

F zeigt ein Dach, nach Art eines Netzes aus Eisendraht gemacht, in dessen Fäden eine große Menge Bernsteine eingefaßt ist, welche mit großer Kraftwirkung dazu beitragen, das Schiff in der Höhe zu halten. Dieses Dach wird infolge der Sonnenwärme sich bemühen, die Matten an sich zu ziehen.

G zeigt die Magnetnadel; denn ohne dieselbe ist eine Leitung unmöglich.

H zeigt den Künstler, welcher mit dem Astrolabium oder Jakobsstabe, dem Kompaß und der Seekarte die Sonnenhöhe abnimmt, um zu sehen, wo man sich befindet.

II zeigen endlich die Rollen, vermittels welcher man, je nach Art des Windes, die Schote enger oder weiter machen kann."

Man hat im Laufe der 200 Jahre schon manchmal eine Ehrenrettung für Gusmao versucht; bisher ist sie aber, mangels genügender Quellen, niemals gelungen[59]).

Die Wiener Flugschriften von 1709 haben aber, ohne es zu wollen, die öffentliche Aufmerksamkeit auf die Luftschiffahrt gelenkt. Man begann eifrig das Für und Wider zu besprechen. So finden wir z. B. in einem im Jahre 1717 von dem Regensburger Arzt Georg Andrea Agricola verfaßten Buch „Neuer und nie erhörter . . . Versuch der Universal-Vermehrung aller Bäume . . ." folgende Betrachtungen: „Was kann wohl närrischers und lächerlichers erdacht werden, als wann man in der Lufft fliegen, fahren und schwimmen will. Man findet aber doch da und dort aufgezeichnet, daß einige dieses fliegen durch ihre Kunst sollen zuwege gebracht haben. Sonderlich will man von dem bekannten Hautsch in Nürnberg viel reden, der ein instrument erfunden, womit er durch die Lufft hat fliegen wollen. Inzwischen aber war dieses das beste, daß anstatt fliegen Lügen heraus kam. Und es ist eben so gut, daß es nicht geglückt ist. Dann wie wollte man die bösen Buben erwischen? Sie flögen alle über die Stadt-Mauern, als wie der Apelle Vocales denen Herren von Nürnberg soll (wie man fabuliert) über die Mauern, auf welcher in der Vestung noch seine vestigia zu sehen seyn und Fremden gezeigt werden, gesprungen seyn soll, ast credat, qui vult. Inzwischen wollen doch einige Skribenten affirmieren, daß solche fliegende Kunst ein Schuster wahr-

hafftig in Augspurg praestiret habe, und gewaltig mit seinem Schuster-Leist herumgeflattert seyn soll. So wollen auch andere behaupten, daß in Haag sich einer mit seinen gemachten Fittigen sehr mausicht in der Lufft soll gemacht haben. Andere, weil ihnen das fliegen zu verdrüßlich oder mehr beschwerlich angekommen, haben Ströme, Schiffe und Maschinen von Stroh und Bast erfunden. Andere haben durch die Luft fahren wollen. Wieder andere sind so närrisch gewesen, und haben Schiffe mit Pompen und ausgespannten Seegeln und Rudern verfertigt, womit sie in der Lufft herum fischen oder fahren wollen. Endlichen, wenn es angienge, wäre doch der Handel lustig genug, und ließe ich mir dieses Fliegen bey nahe auch gefallen. Dann mit Luft möchte ich nach Wien fliegen, und von daraus nach Constantinopel, und wiederum nach Hause. Ja es wäre eine hertzige Kunst am allermeisten vor das verliebte Frauenzimmer, welche offt wissen wollen, wo ihr allerliebster Amant, bald an diesem und jenem Orthe befindlich. O wie offt wünschen sie, daß sie Flügel hätten, zu ihm zu kommen, und ihn zu embrassiren! Hätten sie nun solche fliegende Maschine: so würden sie solche alsobald appliciren, und mit ihren Lufft-fangenden Reiff-Röcken sich bald durch die Lufft schwingen. Ich bin versichert, eine solche verliebte Seele würde mehr Geräusche an dem Himmel machen als 100 Regimenter Löffel-Gänse[60]).“

Wie unklar aber die Gelehrten des 18. Jahrhunderts noch über die Luftschiffahrt dachten, zeigt eine Malerei, die sich in einem dreibändigen Manuskript[61]) der Kgl. Bibliothek zu Berlin findet. Der Verfasser, J. C. Kindermann, der sogar eine besondere Schrift über die Luftschiffahrt verfaßt hatte, denkt sich einen Nachen, der vom Winde durch ein Segel getrieben werden soll. Ein riesiger Vogelschwanz aus Federn wird mit den Beinen als Steuer regiert, während die Hände des Luftschiffers mittels eines Querholzes ungeheuerlich große Vogelfittiche in Bewegung setzen. Mit großem Entzücken spricht er von dieser seiner „Invention eines hölzernen Schiffes, das wahrhaftig mit seinen Leuten von der Erden gerade in die Luft emporsteigen, weit über die Höchsten Berg und Thürme gehen und also mit vollen Segeln seinen Lauff an einen gewissen Ort hinrichten, und wo nicht mit geringerer, doch auch nicht mit größerer Gefahr, als sonst zur See geschiehet, in weit entlegene Länder hin und her segeln könne.“ Ja, dieser Gelehrte ist auf seinen Entwurf nicht einmal deshalb stolz, weil er der Erfinder ist, sondern „weil der Entwurf mit den Reguln der Natur harmonieret“. So tief ging das naturwissenschaftliche Wissen der Durchschnittsgelehrten jener Zeit! Selbst noch im vierten Bande seiner Handschrift kommt Kindermann auf seine Lieblingsgedanken der Luftschiffahrt zurück: „Es könnte vieleicht einmahl gelegenheit geben, mit denen entfernten Planeten, ihren Bewohnern in Handlung zu treten. Scheinet es ietzt unsern Verstand ohnmöglich, so folget darum nicht, daß es wücklich ohnmöglich sey. Vieles ist unsern

Vorfahren als ohnmöglich Vorgekommen, welches ietzo gar kein Wunder mehr ist. Wer weiß, was nach 1000 Jahren geschiehet, ob nicht die Luftschiffe Jovialische Pflanzen und Thiere nach der Erde bringen, wie ietzo Pfauen und Affen aus Asia."

Es scheint mir, als ob der Luftkahn, den sich Kindermann denkt, von Johann Jakob Bodmer, dem Vorkämpfer Lessings, angeregt worden wäre, denn Bodmer läßt in seiner „Noachide" den Adramelech und andere Teufel zum Kampf gegen Gott und die Engel im Himmel schon in einem lenkbaren Luftschiff anrücken. Das Fahrzeug wird aber nach Gefangennahme der höllischen Luftschiffer des Steuers beraubt und platzt schließlich.

Als jüngst der Flugtechniker Blériot zum erstenmal den Ärmelkanal überflog, tauchte mit der gewohnten Pünktlichkeit in der Presse die Nachricht auf, daß das jemand schon längstens vor Blériot gemacht habe. Es hieß[62]), man habe in der städtischen Bibliothek zu Bergamo in Italien einen hochinteressanten Brief gefunden, der nichts Geringeres melde, als daß schon im Jahre 1751 ein italienischer Mönch den Ärmelkanal mit einer Flugmaschine übersegelt habe: „Das von verschiedenen zeitgenössischen Chronisten erwähnte Experiment bestand darin, daß der genannte Pater, Andrea Grimaldi aus Civitavecchia, der Jahrzehnte hindurch in Ostindien gelebt, einen höchst merkwürdigen ‚Vogel' konstruierte. Mittels einer Unmenge von Maschinerien, Räderwerk usw., die der Brief sehr ausführlich beschreibt, hob sich dieser Vogel mit seinen 25 Fuß langen Flügeln in die Luft, und der Aviatiker steuerte ihn nach Belieben. Doch mußte die Maschine nach drei Stunden immer wieder aufgezogen werden. Der Flug von Calais nach Dover gelang vollständig, und Grimaldi wurde in London vom König mit großer Auszeichnung behandelt. Weiteres über ihn ist nicht bekannt."

Auffallend ist, daß Londoner Zeitungen des Jahres 1751 von dieser großartigen Luftfahrt ebensowenig etwas wissen, wie irgendeine andere zeitgenössische Quelle. Wenn das aufgefundene Dokument nicht eine Fälschung ist, dann ist es gewiß ein Lügenbericht.

Wollen wir aus dem 18. Jahrhundert etwas mitteilen, was sich auf Tatsächliches in der Flugschiffahrt bezieht, dann können wir nur auf die großartige Arbeit von Benjamin Franklin hinweisen. Franklin berichtet am 9. Oktober 1752 zuerst von seinem Versuch, mittels eines Drachens die Elektrizität der höheren Luftschichten, mithin also die elektrische Natur der Gewitter, nachweisen zu können.

Die Menschen, die im 18. Jahrhundert zu fliegen versuchten, brachten es nicht weiter als ihre Fachgenossen des 17. Jahrhunderts. Selbst einem würdigen Domherrn zu Estampes, dem Abbé Desforges, gelang es im Jahre 1772 nicht, sich mit seiner Flugmaschine zu erheben. Er konnte nur Sprünge machen und wurde dafür ausgelacht[63]).

In Deutschland machte der „Hochfürstliche Landbaumeister“ Karl Friedrich Meerwein in Emmendingen genügend Reklame für einen von ihm erfundenen Flugapparat[64]). Der Karlsruher Professor Boeckmann, ein glaubwürdiger Techniker, berichtet uns, daß Meerwein in Gießen sogar einen Flugversuch mit seiner Maschine unternommen habe[65]). Meerweins Maschine bestand aus zwei großen, aneinanderstoßenden Flügeln, unter die sich der Mensch, der fliegen wollte, einklemmen mußte. Der Theorie nach konnte man mit solchen großen Tuchflügeln einen abwärtsführenden Schwebeflug machen. Nur hätte Meerwein seine Erfindung andauernd versuchen müssen; doch dazu fehlte ihm der Mut, und

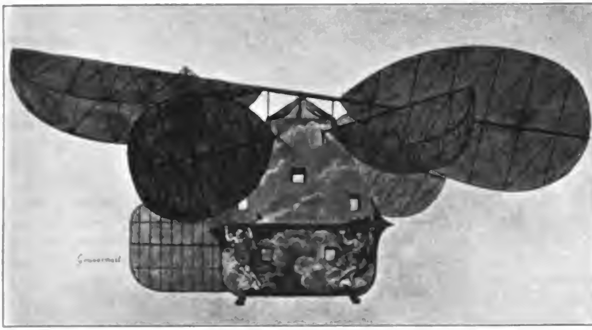


Abb. 117. Blanchards Entwurf einer Flugmaschine, 1781.

so ersetzte er die Praxis durch einen ungeheuren Wortschwall in seinen vielen Schriften und Zeitungsartikeln.

Jenseits der Vogesen wurde er in seinen „Leistungen“ aber noch um ein Gutes übertroffen von François Blanchard. Im Jahre 1781 veröffentlichte dieser[66]) im „Journal de Paris“ einen Brief, in dem er in sehr zuversichtlichen Worten von seinem Flugapparat sprach, an dem er 10 Jahre gearbeitet habe, und dessen Mechanismus im Prinzip dem des Vogelfluges nachgebildet war. Hören wir die Beschreibung seiner Flugmaschine: „Auf einem kreuzförmigen Gestell ruht eine Art Boot von 4 Fuß Länge und 2 Fuß Breite, welches sehr widerstandsfähig ist, obwohl es nur aus dünnen Stäben besteht. Zu beiden Seiten des Schiffchens erheben sich 6—7 Fuß hohe Stützen, die 4 Flügel von je 10 Fuß Länge tragen. Diese bilden zusammen einen Schirm, der einen Durchmesser von 20 Fuß, und mithin einen Umfang von mehr als 60 Fuß hat. Die 4 Flügel bewegen sich mit

20*

überraschender Leichtigkeit. Die ganze Maschine, obschon von beträchtlicher Größe, kann bequem von zwei Männern in die Höhe gehoben werden. Sie hat in der Tat die größte Vollkommenheit erreicht. Man wird mich, schneller als einen Raben, die Luft durchschneiden sehen, ohne daß der rapide Flug mir den Atem benimmt, da ich durch eine sinnreiche Schutzvorrichtung davor gesichert bin."

Diese Ankündigung machte den erfindungsreichen jungen Mechaniker mit einem Schlage zum populären Mann, und alle Welt strömte in die Rue Taranne, wo Blanchard im Hause seines Gönners, des Abbé de Viennay, seine Werkstatt aufgeschlagen hatte. Hier arbeitete er gleichzeitig noch an einem anderen Flugapparat, der in der Hauptsache aus zwei niedrigen, fallschirmartigen Flügeln und einem Gestell bestand, in welchem der Führer aufrecht stehen mußte. Blanchard machte damit im Garten des Hauses mehrfache Flugversuche, und es gelang ihm in der Tat, mit Hilfe eines Gegengewichtes von 20 Pfund, das an einer Stange herabglitt, eine Höhe von 80 Fuß zu erreichen. Der Apparat war also, wie man sieht, nur um 20 Pfund zu schwer, oder anders ausgedrückt, er bedurfte nur noch eines Zuwachses an Antriebskraft, der dem Gewicht von 20 Pfund entsprach, um das Problem zu lösen. Später soll die Differenz nur noch 6 Pfund betragen haben.

Unter dem Publikum, das Blanchards Versuche mit regem Interesse verfolgte, hatte er ebensoviel Freunde wie Gegner. Zu den letzteren gehörte vornehmlich der berühmte Astronom J. J. L. de Lalande, der in einem Schreiben vom 18. Mai 1782 im „Journal de Paris" seinen Unmut über das Aufsehen Luft machte, das Blanchard in Paris erregte.

„Sie sprechen so viel von Flugmaschinen und Wünschelruten," sagte er, „daß man auf den Gedanken kommen könnte, Sie glaubten alle diese Torheiten, oder die wissenschaftlichen Mitarbeiter Ihres Blattes wüßten gegen derartige lächerliche Behauptungen nichts einzuwenden. Gestatten Sie daher, daß ich an Ihrer Stelle das Wort ergreife, um Ihren Lesern die Versicherung zu geben, daß das Schweigen der Gelehrten ein Schweigen der Nichtachtung ist. Es ist in jeder Hinsicht als unmöglich erwiesen, daß sich ein Mensch in die Luft erheben und darin halten könne. Coulomb, Mitglied der Akademie der Wissenschaften, hat vor etwa einem Jahre in einer unserer Sitzungen einen Vortrag gehalten, in welchem er, auf Erfahrungstatsachen gestützt, durch eine Berechnung der menschlichen Kräfte nachweist, daß man dazu Flügel von 12000 bis 15000 Fuß Größe haben müsse, die mit einer Geschwindigkeit von 3 Fuß in der Sekunde bewegt werden müßten. Nur ein Tor kann auf Realisierung solch phantastischer Ideen noch hoffen."

So kam es denn, daß Blanchard bald zum Gegenstande der Spottlust wurde, und auch dem Stifte der Karikaturisten entging er nicht. Ein Kupferstich aus der Zeit stellt eine staunende Volksmenge dar, die in Gemeinschaft mit brillenbewehrten Affen und

Eseln voll Bewunderung dem Aufstieg eines Flugapparates beiwohnt. Blanchard wäre wohl nie ein berühmter Mann geworden, hätten nicht die Gebrüder Montgolfier damals ihre Experimente mit dem Luftballon gemacht. Blanchard gab seine Flugversuche schleunigst auf und wandte sich der Ballonschiffahrt zu. Die Erfolge der Ballonschiffahrt blieben auf die Entwickelung der Flugtechnik nicht ohne ungünstigen Eindruck. Man hatte jetzt ein Mittel, in die Lüfte emporzusteigen, wozu sollte man sich noch die Mühe geben, das Fliegen mit Flügeln zu erlernen? Erst die Einsicht, daß die Lenkbarkeit der Ballons große Schwierigkeiten verursachte, brachte die künstlichen Flügel wieder in Erinnerung. Blanchard war wohl der erste, der seine alte Flugmaschine unter einen Luftballon hing und sich durch den Flügelschlag fortzubewegen versuchte, während die Tragkraft des Gases ihn samt der Flugmaschine in schwebender Lage erhielt.

Diese sogenannten gemischten Ballonsysteme fanden ihren eifrigsten Vertreter in einem aus der Schweiz stammenden, in Wien lebenden Bandwirker und Uhrmacher, namens Jakob Degen. Nach neunjährigen Vorarbeiten trat Degen im Jahre 1807 mit einer Vereinigung von Flugmaschine und Luftballon an die Öffentlichkeit[67]). Im folgenden Jahre zeigte er seinen Apparat im Saale der Wiener Universität und im Prater. 1812 reiste er mit der Maschine nach Paris und ließ sich am 7. Juli im Garten von Tivoli öffentlich sehen. Eine Zeitungsnotiz darüber sagt: „Herr Degen hat am 7. Juli zu Paris im Garten von Tivoli bei schönem Wetter und einer zahlreichen Zuschauerversammlung einen zweiten Luftflug unternommen. Um 8 Uhr sah man den Ball mehreremal auf- und absteigen und sich um sich selbst drehen, während Herr Degen, an Stricken hängend, mit seinen Flügeln arbeitete. Nach einer Pause stieg der Ballon ganz und führte den Luftschiffer in der Richtung des Windes fort. Da dieser schwach war, so hatten die Zuschauer das Vergnügen, ihn langsam verschwinden zu sehen. Herr Degen kam bei Buissont-Verrieret bei Bievre, 3 Stunden von Paris um 8¼ herab und wurde vom Brigadier der Gendarmerie in Empfang genommen.“ Bei einem weiteren Flugversuch auf dem Marsfeld am 4. Oktober konnte Degen seine Maschine überhaupt nicht zum Steigen bringen, und er mußte sich vom Publikum, das sein Eintrittsgeld wiederhaben wollte, eine Tracht Prügel gefallen lassen.

Die Narrheit eines Einzelnen wirkt nur allzu leicht ansteckend. Kaum leuchtete Degens Licht der Welt, als sich auch in Kottbus und Ulm schon zwei Nachahmer fanden. Dort der sehr wohlhabende Großindustrielle Karl Friedrich Claudius, ein Neffe des Dichters Mathias Claudius, hier ein armer Schneider, namens Ludwig Albrecht Berblinger. Claudius hatte durch den Wachstuchhandel viel Geld verdient, nun sollte ihm dieser brauchbare Stoff auch ein wenig Ruhm einbringen. Er fertigte sich also daraus einen Luftballon und eine Flugmaschine, die er an den Luftballon anhing[68]). Am

5. Mai des Jahres 1811 versuchte er mit diesem gemischten Ballon eine Fahrt, die ihn bis in die Nähe von Stettin führte, wo er nur mit knapper Not dem Ertrinken im Haff entging. Auf einer weiteren Flugfahrt im Juni desselben Jahres, die ihn wiederum gegen seinen Willen in die Stettiner Gegend verschlug, konnte er seine schön gedachte Steuervorrichtung abermals nicht verwenden. Claudius war klug genug, es auf weitere Versuche nicht mehr ankommen zu lassen.

Der Ulmer Schneider Berblinger aber war bereit, sich für die Menschheit, die das Fliegen noch immer nicht erlernt hatte, zu opfern. Noch heute singt man in Schwaben:

Der Schneider von Ulm hat 's Fliegen probiert,
Da hat ihn der Deixl (Teufel) in d'e Donau 'nein g'führt.

Berblinger verzichtete kühn auf den sicher tragenden Ballon von Degen und Claudius. Er wollte es mit der Kraft seiner Muskel allein versuchen. Am 30. und 31. Mai 1811 versuchte er, von einem turmartigen Holzgerüst herab zu schweben, doch beide Male mißlang der Flug, und hätten ihn nicht Schifferknechte aus der Donau aufgefischt, so wäre er jämmerlich ertrunken. Hätte ihn ein guter Freund dann am andern Ufer nicht in Sicherheit gebracht, so wäre er von den Zuschauern, die er zwei Tage lang geäfft hatte, windelweich gehauen worden. Eine ganze Reihe von Spottschriften erschienen auf Berblinger, so das „Schneiderlied", der „Wundervogel oder der fliegende Schneider", der „Geflügelte Geißbock, eine Fabel" oder „Ikarus der Zweyte". Max von Eyth hat dem armen Mann vor einigen Jahren in seinem Roman „Der Schneider von Ulm" ein treffliches literarisches Denkmal gesetzt. Daß seine Berufsgenossen Berblinger noch nicht aufgegeben haben, beweist eine im Jahre 1890 erschienene „Chronik berühmter Schneider", wo man lesen kann: „Mag der ‚laute Markt' über den hochstrebenden Mann abfällig urteilen, er bewahrheitet als Märtyrer den geschilderten allgemeinen Charakter und das Genie des Schneiders durch die Jahrhunderte hin.

Bis an des Äthers bleichste Sterne
Erhob ihn der Entwürfe Flug;
Nichts war so hoch und nichts so ferne,
Wohin ihr Flügel ihn nicht trug."

Im 18. Jahrhundert mehren sich die Entwürfe zu Flugmaschinen von Jahr zu Jahr, so daß es nicht möglich ist, die verschiedenen Konstrukteure hier auch nur mit Namen anzuführen. Erst bei einem von Martin Mason im Jahre 1834 projektierten Apparat können wir Halt machen; denn hier wird zum erstenmal versucht, eine andere als die Kraft der menschlichen Muskel zur Fortbewegung zu verwenden. Mason, ein amerikanischer Mechaniker, spannte große

Flügel aus gefirnißter Seide über ein Holzgerippe. Das von ihm gebaute Modell hatte eine Länge von 10 Fuß und ein Gewicht von 60 Pfund. Eine in der Mitte des Fahrzeuges angeordnete senk-



Abb. 118. Zeitgenössisches Spottblatt auf Berblinger, 1811.

rechte Welle wurde von einer Dampfmaschine von 2 Pferdekräften angetrieben. An der Welle saßen spiralförmig die großen Stoffflügel. Sie sollten sich also gewissermaßen in die Luft emporschrauben, taten es aber trotz aller Bemühungen des Erfinders nicht. Der Gedanke, einen solchen Schraubenflieger zu bauen, war nicht

einmal neu, denn bereits Leonardo da Vinci hat uns die Skizze eines derartigen Apparates hinterlassen[69]).

Die zweite, durch Maschinenkraft zu bewegende Flugmaschine wurde im Jahre 1842 von dem englischen Ingenieur Henson erfunden. Im folgenden Jahre erbaute Henson ein mit einer zwanzigpferdigen Dampfmaschine ausgerüstetes Modell[70]). Henson hatte das Wesen der Flugmaschine sehr richtig erfaßt, mochte manches an seinem Entwurf auch noch so phantastisch sein. Seine Maschine bestand aus einem großen, hinten und vorne spitz zulaufenden Maschinenraum, aus dem seitlich zwei riesige Schwebeflächen herausragten. Die Betriebsmaschine drehte zwei hinter den Flugflächen angeordnete Luftschrauben. Da der Erfinder berechnet hatte, daß die Anfangsgeschwindigkeit der Maschine zu gering sein würde, um den Apparat zum Schweben zu bringen, hatte er den Maschinenraum auf drei Räder gesetzt, so daß das Ganze von einer schrägen Bahn herab abrollen konnte. Daß der Hensonsche Versuch nicht gelang, lag im wesentlichen an dem hohen Gewicht der Dampfmaschine.

Daß die Nachfolger die Hensonsche Maschine nicht zu verbessern suchten, beweist, wie wenig sie das Wesen des mechanischen Fliegens erkannt hatten. Man beschäftigte sich noch zu gern mit unfruchtbaren Projekten. So wurde im Jahre 1847 für eine Flugmaschine Reklame gemacht, die durch die Kraft der Schießbaumwolle gewissermaßen durch die Luft geschossen werden sollte. Im Jahre 1851 suchte jemand im Frankfurter Journal[71]) Aktien für den Bau einer Maschine loszuwerden, die sogleich sechs Mann durch Dampfeskraft in die Lüfte führen sollte, und am 23. Juli 1852 lief in Paris jemand Reklame für sein blechernes Federhemd, das jedermann in die Lüfte empor tragen könne. Als der Biedere es aber versuchen wollte, dem damaligen Präsidenten Napoleon vom Montmartre bis nach Straßburg entgegenzufliegen, stürzte er beim Aufstieg sofort ab und verletzte sich.

Auf wissenschaftliche Berechnungen aufbauend, untersuchte der Wiener Ingenieur Kreß seit 1878 den Drachenflug[72]). Leider standen dem Erfinder die nötigen Mittel nicht zur Verfügung, um seine verschiedenen Modelle im großen ausführen zu können. Als andere seine Ideen zum Teil verwirklicht hatten, setzte der Kaiser von Österreich ihm in Anerkennung seiner Verdienste um die Flugtechnik ein Jahresgehalt von 2400 Kronen aus.

Unabhängig von Kreß beschäftigte sich der in Berlin lebende Ingenieur Otto Lilienthal seit seiner Jugend mit der Lösung des Flugproblems[73]). Seit dem Jahre 1889 versuchte er in der Umgegend von Berlin seine Segelflugapparate, mittels deren er ohne aktive Bewegung, nur vom Winde getragen und gehoben, oder auch gegen den Wind schwebend, fortbewegt wurde. Über tausend Flüge sind ihm gelungen. Einmal geriet er allerdings mit großer Geschwindigkeit in einen Sumpf, kam aber noch mit dem Leben davon.

Am 9. August 1896 stürzte Lilienthal bei Rhinow in der Nähe von Potsdam so unglücklich aus der Luft herab, daß er sich eine schwere Verletzung der Wirbelsäule zuzog und am folgenden Tage starb.

In Lichterfelde ist noch heute der künstliche Hügel erhalten, von dem aus Lilienthal seine ersten größeren Flüge mit dem Doppeldecker unternahm. Es ist die Geburtsstätte der modernen Flugmaschine. Eine Denktafel kündet der Nachwelt: „Von diesem Berge unternahm im Jahre 1894 der am 9. August 1896 in den Rhinowerbergen verunglückte Begründer der modernen Flugtechnik, Herr Otto Lilienthal aus Groß-Lichterfelde, seine ersten Flugversuche. Ehre seinem Andenken!"

Ein betagter Chicagoer Ingenieur, Octave Chanute, hatte Lilienthals Arbeiten eifrig verfolgt. Da er sich zur Fortsetzung der Flugversuche schon zu alt fühlte, regte er zwei junge Landsleute, Orville und Wilbur Wright, zu einer großen systematischen Versuchsreihe an. Bereits im Jahre 1900 begannen die beiden Brüder in einer einsamen Gegend an der Küste von Nord-Carolina die Ver-



Abb. 119. Flugapparat der Gebr. Wright.

suche mit einem Gleitflieger von 15,6 qm Tragfläche, der nur 21,8 kg wog. Zunächst ließen sie diesen Apparat ohne Bemannung fliegen, indem sie das Gewicht eines Menschen durch einen Sandsack ersetzten und die Steuerung durch Stricke vom Boden aus bedienten. Bald aber legte sich einer der Brüder langgestreckt unter den Flugapparat, und schon im Jahre 1901 wurden auf diese Weise Flugstrecken bis 50 m Entfernung zurückgelegt. Im nächsten Jahre maß die Flugstrecke bereits 200 m. Als gegen Ende Dezember 1903 die Nachrichten von den Erfolgen der beiden Amerikaner mit ihrem Maschinenflug nach Europa kamen, bezeichnete man sie als amerikanische Aufschneidereien. Die beiden Brüder, die in ernster Arbeit fern von dem Geräusch der Welt ihren Ideen lebten, die nicht eher an die Öffentlichkeit zu treten wagten, bis sie einen brauchbaren Apparat bieten konnten, wurden von deutschen Blättern sogar als Schwindler hingestellt. Man sieht, wie wenig man das Erbe Lilienthals in der Heimat achtete. Und doch waren die Nachrichten aus Amerika um nichts übertrieben, denn am 17. Dezember hatten die Brüder Wright ihren ersten Flug mit einer durch Maschinenkraft bewegten Flugmaschine zurückgelegt. Der ganze Apparat wog 335 kg, und die gegen den Wind in 59 Sekunden zurückgelegte

Strecke maß 260 m. Am 20. September 1904 gelang es ihnen zum erstenmal, einen vollen Kreis in der Luft zu fliegen. Im folgenden Jahre flogen sie bereits über 24 englische Meilen weit, ohne zur Erde zu kommen. Nach Deutschland brachte Hauptmann Hildebrandt als Abgesandter des „Berliner Lokalanzeigers“ im Jahre 1907 die ersten Berichte eines Augenzeugen über die Flüge von Wright. Jedoch erst seitdem Wilbur Wright sich in Europa sehen ließ, verstummten die Zweifler, und aus den gehässigen Pressestimmen wurden überlaute Lobredner. Am 8. August 1908 flog Wilbur Wright auf dem Rennplatz von Les Hunaudières in einer Höhe von 12—15 m zum erstenmal in Europa. Der erste Flug währte allerdings nur 1 Minute 45 Sekunden. Von Tag zu Tag verbesserte er seine Flugergebnisse, so daß er schon am 22. September 1 Stunde 32 Minuten lang in der Luft bleiben konnte und in dieser Zeit 90 km zurücklegte. Sein Bruder Orville nahm am 5. Oktober in Amerika



Abb. 120. Flugapparat von Farman.

schon einen Fahrgast mit in die Luft, und am letzten Tage des Jahres konnte er einen Flug von 23 km in 2 Stunden 19 Minuten zurücklegen[74]).

Bei uns in Deutschland ist Lilienthals Erbe leider noch immer nicht recht verwertet. Der jetzt in Duisburg lebende Hauptmann Fritz Robitzsch nahm am 27. November 1902 bereits ein Patent auf diejenige Vorrichtung, die den Gebrüdern Wright später so große Erfolge in der Luft ermöglichte. Robitzsch ist nämlich der Erfinder der unter dem Namen „Gauchissement“ in den letzten Jahren so vielfach in den Zeitungen besprochenen Vorrichtung, die den Gebrüdern Wright die Lenkbarkeit ihrer Flugmaschine ohne Steuer möglich macht. Nach diesem System wird nämlich die Gleichgewichtslage der Flugmaschine dadurch hergestellt, daß die hinteren Teile der Tragflächen um ein Geringes verdreht werden[75]). Der in Friedrichshagen bei Berlin lebende Karl Buttenstedt beobachtete seit Jahrzehnten den Flug der Vögel, und er trachtete danach, das Erschaute auf die Flugtechnik des Menschen anzuwenden. Besonders interessant für den Laien ist Buttenstedts Experiment auf der Drehscheibe. Auf Grund der Beobachtungen und unter Zuhilfenahme

der Momentphotographie hatte Buttenstedt erkannt, daß sich die Enden der Vogelfedern beim Flug stets nach oben krümmen. Zunächst erscheint uns das widersinnig. Wenn wir aber eine Vogelfeder genauer betrachten, sehen wir, daß sich sogar die Enden der feinen Befiederung an jeder einzelnen Feder nach oben hin elastisch emporkräuseln. Zum Fluge des Vogels ist das von höchster Wichtigkeit, weiß doch eine jede Bauersfrau, daß ein Huhn nicht mehr fliegen kann, wenn sie ihm die äußersten Spitzen der Flugfedern ein wenig stutzt. In Abb. 124 sehen wir Buttenstedt auf einer kleinen Drehscheibe stehen, in der Hand eine große künstliche Feder haltend. Diese besteht aus einem Bambusstab, an den ein schmaler Leinwandstreifen mit einer seiner Längskanten angeheftet ist. Die beiden



Abb. 121. Das Verwinden der Schwungfedern beim Storch.

schmalen Kanten des Streifens werden durch zwei kurze Querstäbchen straff gehalten. Das Stück Leinwand hängt also mit einer Längskante ziemlich schlaff. Wenn Buttenstedt in der Stellung, in der wir ihn auf dem Bilde sehen, mit seiner künstlichen Feder einen leichten senkrechten Schlag ausführt, so wird er auf der Drehscheibe herumgedreht. Mit andern Worten, der senkrechte Schlag hat eine wagerechte Fortbewegung hervorgebracht. Daraus erwächst uns die Erkenntnis, daß der Vogel in der Luft nicht eine Bewegung macht, wie wir sie im Kahn mit den Rudern ausführen, sondern daß er seine Flügel senkrecht nach unten schlägt. Weil die einzelnen Federn und die ganzen Flügel sich an den Enden aufkräuseln, deshalb gleitet der Vogel auf den unter seinem Flügelschlag zusammengedrückten Luftwellen vorwärts[76]). Buttenstedt baute im Herbst 1909 die erste große Flugmaschine seines Systems.

Die größten Erfolge unter den Deutschen hat bisher der Ingenieur Hans Grade gehabt. Am 2. November 1908 erhob sich

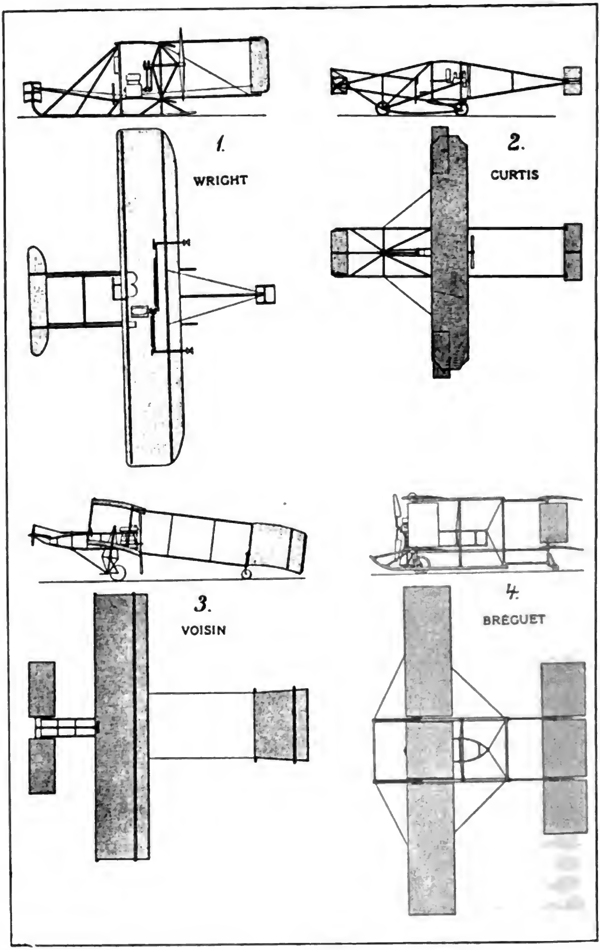
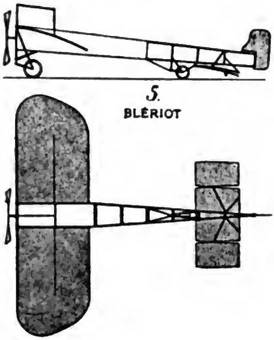


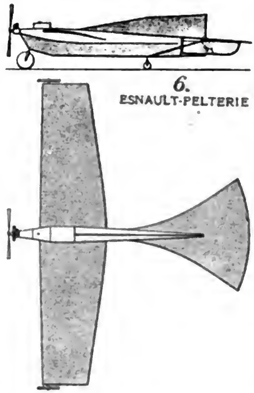
Abb. 122.

Die hauptsächlichsten Systeme der erfolg-

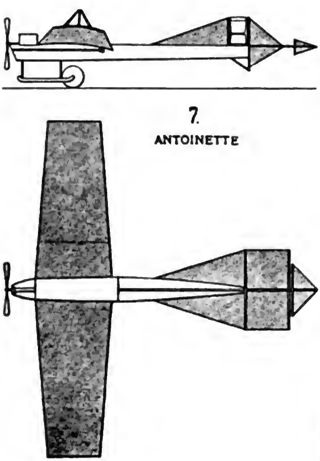
(Nach einer Zusammenstellung



5.
BLÉRIOT



6.
ESNAULT-PELTERIE



7.
ANTOINETTE

Abb.	Flügelweite m	Länge m	Pferdekräfte
1.	12	8,5	30
2.	9	9,2	25
3.	10	11,5	30/54
4.	12,7	8	55
5.	8,6	7,8	25
6.	10,6	8,6	35
7.	12,8	11,7	50

Abb.	Gewicht mit Mann kg	Tragfläche qm
1.	425	48
2.	250	24
3.	575	45
4.	775	51
5.	300	14
6.	460	20
7.	500	30

Abb. 123.

reichen Flugmaschinen im Jahre 1909.
von „L'Illustration", Paris 1909.)

seine Maschine in Magdeburg zum erstenmal. Die Höhe betrug allerdings nur 8 m. Grade, der damals als Einjähriger bei den Pionieren diente, widmete sich ganz der Flugtechnik. An Stelle seiner ersten Maschine, die drei Tragflächen hatte, baute er später einen Apparat mit nur einer Flugfläche. Die Breite mißt 10,2 m, der Flächeninhalt 29 qm. Die Kraft der Betriebsmaschine beträgt 25 P. S. In der Nähe von Berlin setzte Grade seine Versuche 1909 fort, um



Abb. 124. Carl Buttenstedts Versuch auf der Drehscheibe.

sich für den von dem Mannheimer Großindustriellen Dr. Karl Lanz gestifteten Preis zu bewerben. Die hierfür geforderten Leistungen waren folgende: Der Bewerber mußte von einer 100 m langen Startlinie zwei 1000 m voneinander entfernte Marken umfliegen, davon die zweite Marke in der gleichen Drehungsrichtung wie die erste, und dann sollte er zur Startlinie, die gleichzeitig Ziellinie ist, zurückkehren. Der Luftfahrer mußte ein Deutscher sein und die Flugmaschine durfte in keinem ihrer Teile aus ausländischem Material bestehen. Zum 30. Oktober 1909 meldete Grade sich zur Bewerbung um den „Lanz-Preis der Lüfte“ in Höhe von 40000 Mark

an. Ohne Schwierigkeiten gewann er ihn auch in einem bewunderungswürdig sicheren und eleganten Flug, der nur 2 Minuten 45 Sekunden dauerte.

Ganz hervorragende Leistungen haben im letzten Jahre die Franzosen auf der großen Fliegerkonkurrenz in Reims zustande gebracht. Die wichtigsten Maschinentypen, die in diesem Luftrennen vertreten waren, sind in den Abb. 122—123 wiedergegeben. Dem Franzosen Blériot gelang es am 25. Juli 1909 sogar, den Ärmelkanal zu überfliegen. Die Kanalstrecke, die von den schnellsten Dampfern in 1 Stunde 15 Minuten durchquert wird, mißt 43 km. Blériot überflog sie in 27 Minuten 21 Sekunden, obwohl ihm der Wind zeitweise heftig entgegenwehte. Der kühne Flugtechniker gewann mit dieser ersten Luftfahrt von Frankreich nach England den von der englischen Zeitung „Daily Mail" gestifteten Preis in Höhe von 20000 Mark.

Zum Schlusse dieses Kapitels dürfen wir aber nicht die moderne Ausgestaltung der Urform unserer heutigen Flugmaschine, des Drachens, übergehen. Anstelle des mit Schwanz versehenen Flächendrachens trat im Jahre 1894 der bei den Malayen schon seit langem gebräuchliche schwanzlose Drache, auch Eddydrache genannt. Der Meteorologe Eddy führte ihn nämlich als Werkzeug in die Meteorologie ein, um selbstregistrierende Apparate zur Messung der Temperatur und der Luftfeuchtigkeit in höhere Luftschichten emporzutragen. Der gewöhnliche Drache hatte sich hierzu nicht besonders geeignet. Im Jahre 1896 wurde der eindeckige Flächendrache durch den mehrdeckigen Kastendrachen ersetzt und zugleich anstelle des Bindfadens ein dünner Klaviersaitendraht zum Emporlassen des Drachens verwendet. Auf diese Weise gelang es bisher, Drachen bis über 6000 m Höhe emporsteigen zu lassen.

— — — — — — — — — — — — — — — — — — —

Im Dorfe Vinci geht ein Raunen um zur Abendstunde,
Schwillt an zum Rauschen, gleich der Wandervögel Flug,
Ein Ton der Sehnsucht vom Albanerberge macht die Runde —
Gestorbne Stimme, die ein Traum vorübertrug.

„Die Flügel werden kommen" — niemals schwieg an dieser Stelle
Des Meisters Wort, durchgrübelt, heiß geliebt, geahnt — — —
Der neue Mensch, dem Vogel ähnlich, ähnlich der Libelle
Hat sich den Weg uralter Sehnsucht nun gebahnt.

Alice Grade-Hauptner (1909).

Ballonschiffahrt.

Die Luftballons wurden zweimal erfunden; zuerst im Mittelalter, später, wie allgemein bekannt, im Jahre 1782 und 1783 in Frankreich.

Auf der Trajanssäule in Rom, die im Jahre 114 errichtet wurde, sieht man verschiedene Male eigenartige Feldzeichen, die von germanischen Kriegern getragen werden. Es sind schlangenförmige Figuren, die auf einer langen Stange stecken. Sie bestanden, wie uns verschiedene römische Schriftsteller berichten, aus einem aufgesperrten metallenen Tierrachen, an den sich ein sackförmiger Leib aus Fellen ansetzte. Wurde ein solches Feldzeichen der Truppe vorausgetragen, so bließ der Wind in das offene Tiermaul hinein und blähte den sackförmigen Leib auf. Es erschien dann, als ob sich die Schlange („draco") hin und her winde. Im wesentlichen glich ein römischer Draco unserer Abb. 125, nur mit der Ausnahme, daß er wesentlich kleiner war und auf einer Stange getragen wurde [1]).

Aus dem römischen Heer ging mit vielen anderen Einrichtungen auch das Drachenfeldzeichen in die christlichen Heere des Mittelalters über. Wir können das aus verschiedenen Malereien und Teppichbildern des Mittelalters nachweisen. Beachtenswert unter diesen Darstellungen ist eine Malerei in dem als Codex Aureus bezeichneten Psalter der Bibliothek zu St. Gallen, denn hier trägt der Draco einen Feuerbrand im Maul. Man wollte also auch bei Nacht die Stelle sichtbar machen, wo das Drachenfeldzeichen sich befand. Bei dieser Vorrichtung trat nun eine eigenartige Erscheinung auf: die von dem Feuerbrand ausgehende warme Luft wurde in das Innere des hohlen Drachenleibes hineingetrieben und trug dazu bei, daß sich der Tierleib leichter hob.

Wann und wo man die Erleichterung des Hohldrachens zum erstenmal beobachtete, läßt sich wohl nicht mehr feststellen. Erst bei Konrad Kyeser von Eichstädt sehen wir im Jahre 1405 von dieser Beobachtung eine Nutzanwendung gemacht. Kyeser beschreibt uns nämlich unter vielen anderen geheimen Mitteln zur Kriegsführung auch einen „fliegenden Drachen" (draco volans), und erläutert seine Beschreibung durch die in Abbildung 125 wiedergegebene Malerei [2]). Nach Kyeser soll ein fliegender Drache also gemacht werden, wie

ihn das Bild zeigt. Der Kopf bestehe aus Pergament, die Mitte aus Leinen, der Schwanz aber sei aus Seide. Mit vielerlei Farben soll man das Ganze bemalen. Man halte ihn vom Pferde aus an einer langen Schnur, indem man das Haupt des Tieres gegen den Wind richtet. Neben dieser Haupterklärung des Drachens gibt Kyeser noch eine zweite, gewissermaßen geheime Anweisung, wie man das Feuer für den fliegenden Drachen machen soll. Man soll im



Abb. 125. Warmluftdrache nach Konrad Kyeser, 1405.

Rachen des Tieres ein Fläschchen mit sehr langem Hals anbringen und es mit „Petroleum" füllen, in den Hals des Fläschchens aber einen Docht aus „bawmwol" einziehen. Man könne auch hinten am Drachenschweif eine Rakete einsetzen.

Wir haben hier also einen Hohldrachen vor uns, dessen Luftinhalt durch eine Petroleumlampe erwärmt wird. Wie der heutige militärische Drachenballon, stieg die Kyesersche Vorrichtung durch eine Vereinigung der Eigenschaften von Drache und Luftballon.

Daß sich dieser eigenartige Warmluftdrache im Mittelalter er-

halten hat, daß man sogar daran dachte, die Vorrichtung sehr groß zu bauen, geht aus zwei Malereien der Jahre 1490 und 1540 hervor. Die erstere befindet sich im alten Rüstbuch der Stadt Frankfurt am Main [3]). Wir sehen dort einen großen, recht kurz und dick gebauten Drachen, der mit Flügeln ausgerüstet ist. Im Maul trägt dieser Drache den lodernden Feuerbrand, der die eingeschlossene Luft erwärmt. Die Flügel des Tieres dienen als Flugflächen, während der Schwanz lang und dünn ausgebildet ist. Um das Tier in der Luft weiterzutreiben, ist im Schwanz die von Kyeser angegebene Rakete angebracht. Das Ganze ist so groß, daß es von einem Krieger an einer in die Erde eingegrabenen Winde mittels eines Seiles gehalten wird. Leider ist die Malerei durch rote Farbe so stark verschmiert, so daß eine photographische Wiedergabe nicht möglich war. Eine ähnliche Malerei befindet sich in einer in der königlichen Bibliothek in Berlin befindlichen kriegstechnischen Handschrift vom Jahre 1540, doch fehlt hier die Rakete im Schwanz des Tieres [4]).

In der gedruckten kriegstechnischen Literatur ist mir bisher nur eine Andeutung über die Verwendung der Drachen zu Gesicht gekommen. Johann Schmidlap sagt nämlich in einem von ihm im Jahre 1560 verfaßten, jedoch erst 1591 in Nürnberg gedruckten Buch über Feuerwerke, er wolle in der Neuauflage seiner Arbeit auch eine Beschreibung bringen, „wie du einen fliegenden Trachen in den lüfften machen solt“ [5]).

Durch den Nachweis, daß die deutschen Ingenieure des Mittelalters einen schlangenförmigen Warmluftballon kannten, wird uns auch die Nachricht von den mongolischen Feuerdrachen erklärlich, die zum Schrecken der Christen am 9. April des Jahres 1241 vor Liegnitz in die Luft stiegen. Schon bei der Belagerung von Pien-king im Jahre 1232 benutzten die Mongolen feuertragende Drachen, um den Feind zu erschrecken [6]). Vielleicht erklärt sich durch die Warmluftdrachen auch jene immer wieder zitierte Nachricht von Michel le Vassor aus dem Jahre 1694, bei einem Volksfeste sei im Jahre 1306 in Peking bereits ein Luftballon gestiegen. Daß man sogar schon kurz nach den großen französischen Erfolgen in der Ballonschiffahrt an die Erfindung der Luftkugeln im deutschen Mittelalter dachte, geht aus einer Schrift hervor, die den Albertus de Saxonia zum Urheber der Luftballons machen wollte [7]).

Als Athanasius Kircher im Jahre 1646 nachdrücklich auf den Wert der großen Flächendrachen aufmerksam machte, gab er auch ungewollt den Warmluftdrachen an. Kircher erzählt nämlich, die Jesuiten hätten große hohle Drachen zur Bekehrung der Heiden verwendet, indem sie auf die durchscheinenden Wandungen der Drachen gewisse mahnende Worte aufgeschrieben hätten. Eine Schrift wie „Gottes Zorn über euch“ sei dadurch am nächtlichen Himmel sichtbar geworden, daß im Innern des hohlen Drachens ein Licht gestanden habe. Es zeugt von einer geringen Beob-

achtungsgabe, daß die Jesuiten den durch die Warmluftfüllung erhöhten Auftrieb des Hohldrachens nicht erkannten[8]).

Wie nichts in der Welt spurlos verloren geht, so scheint sich auch eine spärliche Kunde erhalten zu haben, daß es möglich sei, Hohlkörper in die Luft hinaufzutreiben. Der französische Schriftsteller Savinien de Cyrano de Bergerac, der vom Kriegshandwerk zur Literatur übergetreten war, entwickelt in einem seiner Romane[9]) eine höchst merkwürdige Idee. Er will sich eine Reihe von Glaskugeln mit Tau füllen und sich um den Leib binden, durch die Sonnenstrahlen erwärmt, sollte der Tau ihn in die Höhe heben. Weiter dachte er sogar daran, mit Hilfe geschlossener Gefäße, die mit Rauch gefüllt waren, in die Luft emporzusteigen. Wäre Cyrano nicht Dichter, sondern Praktiker gewesen, dann hätte er sein Rauchexperiment versucht und wäre auf das gleiche Ergebnis gekommen wie seine Landsleute weit über 200 Jahre später.

Der Jesuit Laurentus Laurus machte zu Lebzeiten des Cyrano ein Experiment, von dem uns sein Ordensbruder Schott[10]) berichtet. So lächerlich dieser Versuch auch auf den ersten Augenblick scheinen mag, in Wirklichkeit ist er äußerst interessant und birgt den Grundgedanken des Luftballons in sich. Laurus sagt: „Wenn man die Schalen von Hühnereiern mit Morgentau füllt, gut verschließt und den Sonnenstrahlen aussetzt, so werden sie wie an unsichtbaren Fäden in die Höhe gezogen und schweben einige Zeit. Wenn nun Eier von größeren Schwänen oder aus dünnem Leder zusammengenähte Säcke mit Salpeter, ganz reinem Schwefel, Quecksilber und anderen derartigen Stoffen, welche infolge der Wärme sich verdünnen, gefüllt, und äußerlich nach Art einer Taube bekleidet würden, so würden sie vielleicht den Eindruck des Fliegens machen. Wenn wir eine hölzerne und schwere Maschine zum Fliegen bringen wollen, müssen wir Feuer verwenden. Falls man einen Brand fürchtet, möge man die Taube mit Asbest auskleiden und Röhren aus Zinn einfügen, damit das Feuer ohne Gefahr im Innern unterhalten werden kann. Um das Zischen und Sprühen der Funken zu verhindern, schwäche man den Explosivstoff durch Auripigment ab, und das Halinitrum verringere man durch Butter. Man forme einen Kehlkopf, damit statt des Zischens ein Taubengirren entstehe, wie es in gar unseliger Weise Perillus dereinst im Stiere gelehrt hat. So können wir auch etwas beifügen, was beim Werke des Archytas gefehlt zu haben scheint, daß nämlich die Taube nicht wieder aufstand, wenn sie sich gesetzt hatte. Man könnte nämlich die Röhren derart verbinden, daß eine nach der anderen angezündet und nach Belieben Pausen gemacht würden, so daß die Taube vollständig wie lebend erschiene."

Der Berichterstatter Schott scheint an die Möglichkeit der Idee nicht zu glauben, denn er fügt hinzu: „Das glaube, wer mag. Ich meine, es würde eher ein springender Ziegenbock als eine fliegende Taube zum Vorschein kommen." Vier Seiten später bespricht Schott

aber die Möglichkeit, ein „Gefäß mit ganz dünner Wandung, mit Äther gefüllt" im Luftraum „wie unsere Schiffe" fahren zu lassen. Es ist sehr auffallend, daß Schott, der ein äußerst tüchtiger Physiker war, nicht tiefer über diesen Plan nachgedacht hat, denn er hatte kurz vorher als erster die großartigen Experimente von Otto von Guericke bekannt gemacht[11]).

Guericke, der Erfinder der Luftpumpe, hatte nachgewiesen, daß eine luftleer gemachte hohle Kugel leichter sei, als eine mit Luft gefüllte. Man behauptet neuerdings sogar[12]), Guericke habe in einem Brief vom 2. Mai 1666 den Wunsch ausgesprochen, er wünsche nur, daß sich seine Erfindung zur Erforschung des gewaltigen Luftmeeres nutzbar machen ließe. Leider ist es mir bisher nicht gelungen, diesen Brief von Guericke einwandfrei nachzuweisen[13]). Hingegen wurde ich darauf hingewiesen, daß sich sowohl in den gedruckten als in den ungedruckten Schriften des mit Guericke befreundeten Philosophen Leibniz Arbeiten über Luftschiffahrt fänden[14]). Leibniz war der erste, der über die Tragkraft der Luft Berechnungen anstellte. Es ist sehr bemerkenswert, daß diese Arbeit die Überschrift „Aero-nautica" trägt. Es scheint, daß dieses Wort von Leibniz geschaffen wurde.

Auf Grund der Ideen von Laurus, Schott und Guericke — die wir hier kennen lernten — veröffentlichte der aus Brescia stammende Jesuit Francesco Lana-Terzi (lateinisch: Tertius de Lanis) im Jahre 1670 ein Kapitel über die Luftschiffahrt[15]).

Es läßt sich nicht umgehen, diese wichtige Arbeit, die jetzt in einer guten deutschen Übersetzung vorliegt[16]), hier wörtlich wiederzugeben. Ist sie auch etwas langatmig, so birgt sie doch so grundlegende Ideen, daß man Lana mit Recht als den Begründer der Aerostatik bezeichnet. Vor allem müssen wir darauf achten, daß uns Lana neben den weiten Ausblicken auf die Luftschiffahrt eingehende Betrachtungen über den Luftwiderstand, über das Abgeben von Ballast beim Aufsteigen, über das Ventilziehen beim Fallen und über die Benutzung des Ankers gegeben hat.

Lana sagt: „Art und Weise, ein Schiff herzustellen, welches, von der Luft getragen, mit Rudern und Segeln sich fortbewegt, als praktisch ausführbar nachgewiesen.

Des Menschengeistes Wagemut und Wißbegierde blieben bei den eben angeführten Erfindungen (von Flugmaschinen) nicht stehen, sondern haben weiter geforscht, wie auch der Mensch nach Vogelart durch die Luft fliegen könnte. Und vielleicht ist es keine bloße Fabel, was von Dädalus und Ikarus erzählt wird. Berichtet man ja auch als sichere Tatsache, daß in unseren Tagen ein Mann, dessen Name mir nicht einfällt, mit einer ähnlichen kunstvollen Vorrichtung von der einen zur anderen Seite des Sees von Perugia geflogen ist. Freilich, als er sich zur Erde niederlassen wollte, kam er mit großem Ungestüm herunter und büßte sein Leben ein. Niemand aber hat

es für möglich gehalten, ein Schiff herzustellen, das durch die Luft dahineilte, wie wenn es vom Wasser getragen würde. Man hat niemals geglaubt, daß man eine Maschine verfertigen könnte, welche leichter als die Luft selbst wäre; das wäre nämlich notwendig, um den gewünschten Erfolg zu erzielen.

Ich hatte nun immer die Gabe, die schwierigsten Sachen zu erfinden, und so glaube ich auch, nach langem diesbezüglichen Studium das Gesuchte gefunden zu haben, nämlich eine Maschine herzustellen, welche spezifisch leichter ist als die Luft, so daß sie infolge ihres leichten Eigengewichtes nicht nur selbst in der Luft schweben, sondern auch Menschen oder irgendwelches andere Gewicht mit sich führen kann. Ich glaube meiner Sache sicher zu sein; denn ich erhärte das Ganze durch zuverlässige Experimente und mit einem untrüglichen Beweise aus dem 11. Buche Euklids, welcher von allen Mathematikern angenommen ist. Ich werde zuerst einige Voraussetzungen machen. Aus diesen werde ich dann das Verfahren zur Herstellung des Schiffes ableiten. Wenn dasselbe auch nicht verdienen wird, gleich der berühmten Argo unter die Sterne versetzt zu werden, so wird es wenigstens aus eigener Kraft den Sternen zufliegen.

Fürs erste setze ich voraus, daß die Luft ihr Gewicht hat infolge der Dämpfe und Ausdünstungen, welche bis zu einer Höhe von mehreren Meilen von der Erde und den Gewässern emporsteigen und unsere ganze Erd- und Wasserkugel umgeben. Das wird mir kein Gelehrter bestreiten, der nur ein wenig experimentiert hat. Man kann ja leicht die Probe anstellen. Wenn man ein Glasgefäß ganz oder zum Teil luftleer macht und es vorher und nachher wiegt, so wird man das Gewicht vermindert finden. Wie groß nun das Gewicht in der Luft ist, habe ich folgendermaßen gefunden. Ich nahm ein großes Glasgefäß, dessen Hals man mittels eines kleinen Hahnes öffnen und schließen konnte. Indem ich es geöffnet hielt, erwärmte ich es am Feuer so stark, daß die Luft sich verdünnte und der größere Teil entwich. Nun schloß ich sofort, damit nichts wieder eindringen konnte und wog das Gefäß. Darauf tauchte ich den Hals ins Wasser, während das Gefäß selbst über dem Wasser blieb. Sobald ich öffnete, drang das Wasser in das Gefäß und füllte den größten Teil desselben an. Ich ließ nun das Wasser ablaufen und bestimmte sein Gewicht und seine Menge. Ich folgerte, daß ebensoviel Luft entwichen war, als Wasser eingedrungen war. Nachdem ich das Gefäß gut abgetrocknet hatte, wog ich es wieder und fand, daß es jetzt eine Unze mehr wog als zuvor, wo es zum Teil luftleer war. Dieses Übergewicht war das Gewicht einer Menge Luft, welche der eingedrungenen Wassermenge entsprach. Das Wasser wog 640 Unzen. Also verhält sich das Gewicht der Luft zu dem Wasser wie 1:640, d. h. wenn das Wasser, welches ein Gefäß füllt, 640 Unzen wiegt, so wiegt die Luft, welche das nämliche Gefäß füllt, 1 Unze.

Zweitens setze ich voraus, daß ein Kubikfuß Wasser, d. h. was ein würfelförmiges Gefäß, welches 1 Fuß breit und ebenso lang und hoch ist, an Wasser faßt, 80 Pfund, d. h. 960 Unzen wiegt, entsprechend dem Versuche von Villapando, der sich fast ganz mit meinem deckt. Ich fand nämlich, daß die Wassermenge, welche 640 Unzen wog, etwas weniger als $^2/_3$ Kubikfuß betrug. Daraus folgt notwendigerweise, daß, wenn $^2/_3$ Kubikfuß Luft 1 Unze wiegt, ein ganzer Kubikfuß $1^1/_2$ Unzen wiegt.

Drittens setze ich voraus, daß aus jenem großen Gefäße alle oder wenigstens fast alle Luft entfernt werden kann. In dem Werke Arte maestra werde ich verschiedene Verfahren dafür nachweisen. Unterdessen aber will ich hier ein leichteres anführen, damit man nicht meint, es sei das nur ein leeres Versprechen.

Man nehme ein beliebig großes Gefäß, das rund ist und einen Hals hat. Mit dem Halse sei eine kupferne oder blecherne Röhre verbunden, deren Länge wenigstens 47 neue römische Spannen (palmi) beträgt, entsprechend dem Maße, wie es am Ende des Buches im Traktat über die Fernrohre angegeben wird. Je länger die Röhre ist, desto sicherer ist der Erfolg. Nahe am Gefäß A sei ein kleiner Hahn B, der das Gefäß so abschließt, daß keine Luft eintreten kann. Man fülle das Gefäß samt der Röhre mit Wasser; dann schließe man die Röhre am äußersten Ende C, kehre das Gefäß um, so daß es jetzt oben zu stehen kommt und das Ende der Röhre in Wasser eintaucht. In dieser Lage öffne man die Röhre, damit das Wasser aus dem Gefäße herausströmen kann. Es wird alles ausströmen; nur die Röhre wird bis zu einer Höhe von 46 Spannen 26 Minuten gefüllt bleiben. Der Rest wird leer sein, wenn keine Luft eindringen kann. Nun schließe man den Hals des Gefäßes mit dem Hähnchen B ab, und dasselbe wird luftleer sein. Wer es nicht glaubt, wäge es und er wird finden, daß es gegen früher genau so vielmal $1^1/_2$ Unzen weniger wiegt, als Kubikfuß Wasser herausgeflossen sind. Das genügt für meinen Zweck. Die Frage, ob das Gefäß auch von jeglicher Materie leer ist, will ich hier nicht erörtern; ich werde seinerzeit darüber mich auslassen und die Ansicht verteidigen, daß es nicht ganz leer ist, sondern daß dort etwas Körperliches, Wägbares zurückbleibt.

Viertens setze ich voraus, daß die Beweise des 11. und 12. Buches des Euklid, die ja von allen Philosophen und Mathematikern anerkannt sind und deren Evidenz auf experimentellem Wege erwiesen ist, wahr und untrüglich sind. Es wird dort bewiesen, daß die Oberfläche der Kugeln in dem doppelten Verhältnisse ihrer Durchmesser wächst. Damit das von allen verstanden wird, muß man wissen, daß dann das Verhältnis oder die Proportion verdoppelt ist, wenn man drei Zahlen in der Weise nimmt, daß die dritte die zweite so oft enthält, wie die zweite die erste, z. B. 1—2—4; 1—3—9; 1—4—16. In diesen Beispielen enthält die dritte Zahl 4 die zweite Zahl 2 so oft, wie die 2 die 1, nämlich zweimal; ähn-

lich enthält die dritte Zahl 9 die zweite Zahl 3 so oft, als 3 die 1 enthält, d. h. dreimal, usw.

Es ist ferner das Verhältnis dreifach, wenn man vier Zahlen in der Weise nimmt, daß die vierte die dritte so oft enthält, wie diese die zweite, und die dritte die zweite so oft, wie diese die erste, z. B. 1—3—9—27; 1—4—16—64.

Es beweist also Euklid, daß die Kugeloberfläche in dem doppelten Verhältnis der Durchmesser wächst, d. h. wenn man zwei Kugeln nimmt, deren eine den doppelten Durchmesser der anderen hat (z. B. die eine 1 Spanne, die andere 2), so wird die Oberfläche der Kugel mit einem Durchmesser von 2 Spannen viermal größer sein als die Oberfläche der Kugel mit einem Durchmesser von 1 Spanne. Ferner beweist Euklid, daß in diesem Falle der Inhalt der Kugel um das Dreifache wächst, so daß die Kugel mit dem Durchmesser von zwei Spannen achtmal mehr wiegen wird, als die Kugel von einer Spanne Durchmesser. Es verhalten sich also die Oberflächen wie 4:1, die Inhalte wie 8:1. Von der Wahrheit des spekulativen Beweises kann man sich in der Praxis überzeugen, indem man das Wasser wägt, welches eine Kugel von zwei Spannen Durchmesser und eine andere von einer Spanne Durchmesser faßt: man wird das dreifache Verhältnis finden. Ein zweifaches Verhältnis wird man finden, wenn man die beiderseitigen Oberflächen mißt. Hier mache ich nebenbei auf eine Regel aufmerksam, durch welche man Geld und Material sparen kann, so man Weinfässer oder sonstige Behälter anfertigt. Wenn man aus demselben Material, aus welchem man zwei Fässer macht, ein einziges herstellt, so wird dieses doppelt soviel Wein fassen als beide Fässer zusammen. Ebenso wird dieselbe Leinwand, welche zwei Säcke gibt, für einen einzigen Sack verwendet, doppelt soviel an Getreide fassen als zwei Säcke zusammen.

Fünftens setze ich mit allen Philosophen voraus, daß ein Körper, der spezifisch leichter ist als ein zweiter, in diesem emporsteigt, falls der schwerere ein flüssiger Körper ist. So steigt z. B. eine Holzkugel an die Oberfläche des Wassers und schwimmt darauf, weil sie spezifisch leichter ist als Wasser. So schwimmt auch eine Glaskugel voll Luft auf Wasser. Denn wenn auch das Glas schwerer ist als Wasser, so ist doch der ganze Körper, das Glas und die Luft, leichter als das gleiche Volumen Wasser. Das besagt nämlich der Ausdruck: spezifisch leichter.

Auf Grund dieser Voraussetzung ist sicher: Wenn wir ein Gefäß aus Glas verfertigen könnten oder aus sonst einer Materie, welches weniger wöge als die darin befindliche Luft, und diese Luft in der oben angegebenen Weise herausschafften, so würde das Gefäß spezifisch leichter sein als die Luft selbst. Es würde also auf Grund der fünften Voraussetzung in der Luft schwimmen und in die Höhe steigen. Wenn wir z. B. ein Gefäß aus Glas herstellen könnten, welches einen Kubikfuß Wasser faßte, also 80 Pfund wöge, und

so dünnwandig wäre, daß es selbst weniger als $1^1/_2$ Unzen schwer wäre, so würde dieses Gefäß, nachdem die Luft, die nach der ersten und zweiten Voraussetzung ein Gewicht von $1^1/_2$ Unzen hätte, entfernt wäre, leichter sein als die Luft selbst und steigen, von der Luft infolge seiner eigenen Leichtigkeit getragen. Ein derartiges Gefäß könnte man weder aus Glas noch aus einer anderen Materie machen, falls es zugleich solid und haltbar sein soll. Setzen wir aber den Fall, wir machten aus der doppelten Glasmasse ein viel größeres Gefäß, daß also viermal soviel Wasser faßte, d. h. vier Kubikfuß und dementsprechend 6 Unzen Luft, da ja nach der vierten Voraussetzung die Fassungskraft des Gefäßes im doppelten Verhältnis zur Oberfläche wächst. Ein solches Gefäß würde, falls es weniger als 6 Unzen wöge, nach Entfernung der Luft, leichter sein als die Luft. Die Herstellung eines solchen Gefäßes bietet sicherlich nicht halb soviel Schwierigkeiten als die des ersten. Aber weil auch dieses zweite Gefäß nicht leicht hergestellt werden kann, so mache man ein anderes, noch größeres, das doppelt soviel faßt als das zweite, also 8 Kubikfuß und dementsprechend 12 Unzen Luft, und das zugleich selbst weniger als 12 Unzen wiegt. Das wird noch leichter sein als die Herstellung des zweiten Gefäßes. Mit einem Worte: Man vergrößere den Inhalt des Gefäßes, weil dieser schneller wächst als die Oberfläche, d. h. das Gewicht der Materie, aus welcher das Gefäß hergestellt ist. So wird man zu einer Größe kommen, bei welcher das Gewicht der enthaltenen Luft größer sein wird, als das Gewicht der Materie, aus welcher die Oberfläche des Gefäßes besteht, auch im Falle, daß man solide und schwere Materie genommen hat; denn, wie erwähnt, Fassungskraft und Größe wachsen im doppelten Verhältnisse zur Oberfläche.

Sehen wir nun zu, wie groß ein Gefäß aus Kupfer sein müßte, das dünnwandig genug wäre und trotzdem für die Herstellung keine Schwierigkeit böte. Nehmen wir an, das Kupfer sei dünn, daß eine Platte, die 1 Fuß breit und lang ist, 3 Unzen wiegt. Das wäre nichts Schweres. Machen wir nun aus diesem dünnen Kupfer ein Gefäß, dessen Durchmesser 14 Fuß beträgt. Ich behaupte, daß ein solches Gefäß weniger wiegen wird als die darin befindliche Luft; wenn es also luftleer gemacht wird, so wird es, da es leichter ist als das gleiche Volumen Luft, in die Höhe steigen. Zum Beweise bediene ich mich der untrüglichen Regel des Archimedes. Dieser sagt — und das ist allgemein anerkannt —, daß der Durchmesser eines Kreises sich zum Umfang wie 7:22 verhält (etwas weniger), d. h. wenn der Durchmesser 7 Fuß beträgt, so ist der Umfang 22 Fuß. Wenn wir also für unser Gefäß einen Durchmesser von 14 Fuß annehmen, so wird der Umfang 44 betragen, da ja $7:22 = 14:44$. Um dann zu finden, wieviel Quadratfuß die ganze Oberfläche des Gefäßes betragen wird, muß man den Durchmesser mit dem Umfang multiplizieren. Wenn wir also 14 mit 44 multiplizieren, erhalten wir für die Oberfläche des Gefäßes

616 Quadratfuß Kupferblech; da jeder Quadratfuß nach der obigen Annahme 3 Unzen wiegt, so erhalten wir, so wir 616 mit 3 multiplizieren, 1848 Unzen. Das ist das Gewicht des ganzen Kupferbleches, aus welchem die Kugel gefertigt wurde, nämlich 154 Pfund. Schauen wir nun zu, ob die im Gefäße enthaltene Luftmasse weniger als 154 Pfund wiegt. In diesem Falle nämlich wird das Gefäß nach Entfernung der Luft leichter sein als diese. Je leichter es aber ist, desto mehr Gewicht wird es mit sich emporheben und in die Luft tragen können. Um jedoch das Gewicht der eingeschlossenen Luft zu finden, muß man zuschauen, wieviel Kubikfuß Luft, deren jeder $1^1/_2$ Unzen wiegt, das Gefäß enthält. Wenn wir wiederum nach Archimedes den Halbmesser, der 7 Fuß beträgt, mit dem dritten Teile der Oberfläche, also mit $205^1/_3$ multiplizieren, so erhalten wir für den Inhalt $1437^1/_3$. Weil aber jeder Kubikfuß Luft $1^1/_2$ Unzen wiegt, so beträgt das Gewicht der gesamten im Gefäße enthaltenen Luft $2155^2/_3$ Unzen, d. h. 179 Pfund $7^2/_3$ Unzen. Da aber das Kupferblech, aus welchem das Gefäß hergestellt wurde, nur 157 Pfund wiegt, ist dasselbe um 25 Pfund $7^2/_3$ Unzen leichter als die Luft, was zu beweisen war. Ist also diese Luft entfernt, so wird das Gefäß nicht nur steigen, sondern auch ein Gewicht von 25 Pfund $7^2/_3$ Unzen mit in die Höhe nehmen können.

Soll es aber ein größeres Gewicht und auch Menschen heben, so werden wir das Doppelte an Kupfer, d. h. 1232 Kubikfuß oder 308 Pfund nehmen. Mit dieser doppelten Kupfermenge wird man ein Gefäß herstellen können, welches nicht nur das doppelte, sondern das vierfache Volumen hat, zufolge der schon mehrmals erwähnten vierten Voraussetzung. Infolgedessen wird die im ganzen Gefäße enthaltene Luft 718 Pfund $4^2/_3$ Unzen wiegen und nach der Entleerung das Gefäß 410 Pfund und $4^2/_3$ Unzen leichter sein als die gleiche Menge Luft, so daß es drei oder wenigstens zwei Mann heben kann, selbst wenn der einzelne mehr als 8 Pesi (= 92 kg) wiegt.

Man sieht also deutlich, je größer man die Kugel oder das Gefäß macht, desto dicker und solider darf die Kupfer- oder Blechplatte sein, die man nimmt. Denn wenn auch das Gewicht des Gefäßes wächst, so wächst in noch höherem Grade der Inhalt desselben und damit das Gewicht der Luft, so daß ein immer größeres Gewicht mit in die Höhe genommen werden kann.

Aus all dem folgt mit Leichtigkeit, wie man eine Maschine bauen kann, welche nach Art eines Schiffes durch die Luft fährt. Man stelle vier Kugeln her, von denen jede nach dem eben Gesagten zwei oder drei Mann heben kann. Darauf macht man dieselben in der angegebenen Weise luftleer. Es seien A B C D die Kugeln. Man verbinde sie durch vier Querhölzer, wie man es an der Figur sieht. Dann stelle man eine Maschine E F aus Holz her nach Art einer Barke mit Mast, Segeln und Rudern. Diese befestige man mit vier gleichlangen Seilen an den vier Kugeln, nachdem man die

Luft entfernt hat. Dabei muß man aber die Kugeln am Boden festmachen, damit sie sich nicht erheben und davonfliegen, ehe die Bemannung in der Maschine Platz genommen hat. Nun löse man die Taue, indem man alle gleichzeitig lockert. Die Barke wird sich in die Luft erheben und entsprechend der Schwere der Kugeln

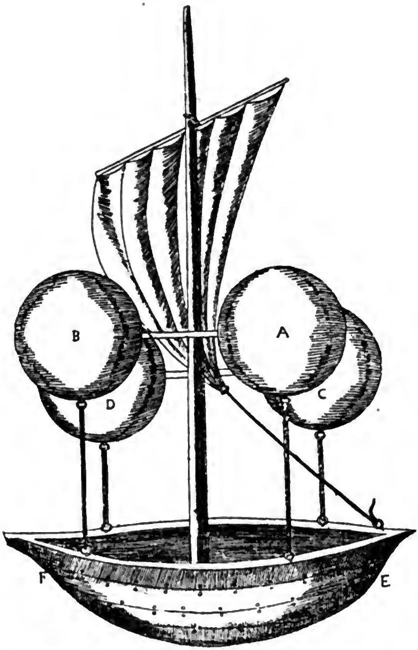


Abb. 126. Lanas Entwurf eines Ballonfahrzeugs, 1670.

mehr oder weniger Personen mit sich führen. Dieselben werden sich nach Belieben der Ruder und Segel bedienen und mit größter Schnelligkeit an jeden Ort, selbst auf die höchsten Berge kommen.

Doch während ich das so schreibe, kann ich mich eines stillen Lächelns nicht erwehren. Kommt es mir doch selbst wie ein Märlein vor, ein Märlein nicht mehr und nicht weniger unglaublich und

seltsam als die, so der freiwillig närrischen Einbildungskraft jenes so anmutigen Witzkopfes Lucian entsprangen. Andererseits aber sehe ich klärlich, daß ich mich mit meinen Beweisen nicht geirrt habe, zumal da ich sie mit vielen verständigen und gelehrten Männern besprochen habe. Dieselben haben in meinen Ausführungen keinen Fehler finden können und hatten nur den einen Wunsch, an einer solchen Kugel, die von selbst in die Luft stiege, die Probe zu sehen. Diese Probe hätte ich wohl gerne gemacht, auch ehe ich meine Erfindung veröffentlichte, wenn die religiöse Armut, der ich mich geweiht habe, mir gestattet hätte, so etwa 100 Dukaten aufzuwenden. Das wäre übergenug gewesen, um eine so ergötzliche Neugierde zu befriedigen. Ich bitte daher die Leser, welche Lust verspüren, einen praktischen Versuch zu machen, mich vom Erfolge zu benachrichtigen. Falls dieser infolge irgendeines Fehlers bei der Ausführung nicht günstig ausfiele, könnte ich ihnen vielleicht angeben, wie dem Fehler abzuhelfen wäre. Um alle desto mehr zu einem Versuche anzuregen, will ich einige Schwierigkeiten lösen, welche sich der praktischen Durchführung meiner Erfindung entgegenstellen können.

Erstens kann man es schwierig finden, die Kugel oder das Gefäß in der oben angegebenen Weise luftleer zu machen. Man müßte nämlich die Kugel A B über die Röhre B C umdrehen, indem man dieselbe nach oben kehrt. Das könnte man aber infolge der Größe des Gefäßes oder der Kugel, die ja ganz mit Wasser gefüllt ist, nicht ohne eine Vorrichtung und nur schwer ausführen. Diesem Übelstande kann man in einer Weise abhelfen, daß man die Kugel gar nicht zu bewegen braucht. Man stelle die Kugel in einer Höhe von 47 Spannen auf und befestige unten an ihrem Halse die Röhre von 47 Spannen, die am unteren Ende C geschlossen wird. Nun wird die Kugel A durch eine zweite, oben angebrachte Öffnung D gefüllt. Ist dies geschehen, so wird diese Öffnung mit einer Schraube oder mit einem Hähnchen D geschlossen. Um sie zu leeren, steckt man das Ende der Röhre in ein Gefäß mit Wasser und öffnet unten, damit das in der Kugel enthaltene Wasser herausfließen kann, ohne daß Luft eindringt. Ist das Wasser heraus, so schließt man mit dem Hähnchen B den Hals des Gefäßes oder der Kugel und nimmt die Röhre weg. So wird die Kugel, sollte sie auch nicht ganz luftleer sein, worüber ich hier nicht streiten will, sicherlich so vielmal $1^1/_2$ Unzen weniger wiegen, als sie vorher Kubikfuß Wasser enthalten hat, was für meinen Zweck genügt. Das habe ich schon durch einen Versuch erprobt, wie oben gesagt wurde. Man muß nur sorgfältig bei der Ausführung zusehen, daß die Hähne genau gemacht sind, damit keine Luft durch die Spalten eindringen kann.

Zweitens kann sich wegen der dünnen Wandung des Gefäßes eine Schwierigkeit ergeben. Die Luft wird nämlich große Anstrengungen machen, einzudringen und den luftleeren Raum oder wenigstens die gewaltsame Verdünnung zu verhindern. Und so

muß wohl das Gefäß zusammengepreßt und, wenn auch nicht ganz zertrümmert, so doch zerquetscht und seiner Kugelform beraubt werden.

Darauf antworte ich, es würde dies der Fall sein, wenn das Gefäß nicht rund wäre. Da es aber Kugelform hat, so wird es von der Luft von allen Seiten zusammengepreßt und eher gefestigt als zertrümmert. Das hat man bei Versuchen mit Glasgefäßen gesehen. Waren dieselben nicht rund, so zerbrachen sie in tausend Stücke, mochte auch das Glas noch so dick und fest sein. Runde Glasgefäße dagegen zerbrachen nicht, auch wenn sie ganz dünnwandig waren. Dabei braucht die Rundung nicht einmal vollkommen zu sein. Es genügt, wenn sie sich nicht viel von der runden Form entfernt.

Drittens. Zur Herstellung der Kupferkugel kann man zwei Halbkugeln verfertigen und diese verbinden und in gewohnter Weise mit Zinn verlöten. Darin liegt wohl keine Schwierigkeit.

Viertens könnte die Höhe, zu welcher das Schiff sich erheben wird, eine Schwierigkeit bereiten. Wenn nämlich dasselbe über die ganze Luftschicht, welche mehr minder auf 50 Meilen geschätzt wird, wie wir später sehen, emporstiege, so wäre die Folge, daß die Leute nicht mehr atmen könnten.

Darauf antworte ich: Je höher man in der Luft emporsteigt, desto dünner und leichter wird sie. Infolgedessen würde das Schiff in einer gewissen Höhe nicht weiter steigen können, weil die höhere Luft leichter und so für dasselbe nicht tragfähig wäre. Es würde vielmehr da, wo es die Luft so dünn findet, daß sie dem Gewichte der Maschine samt der Mannschaft gleich ist, stille stehen. Um übrigens eine zu große Höhe zu vermeiden, wird es sich lohnen, das Schiff mehr oder weniger zu belasten, je nach der Höhe, die man erreichen will. Sollte es trotzdem zu hoch steigen, so kann man dem leicht abhelfen, indem man das Hähnchen an der Kugel ein wenig öffnet und etwas Luft eindringen läßt. Wenn sie so zum Teile ihre Leichtigkeit verliert, wird sie sich mit dem ganzen Schiff senken. Steigt es dagegen nicht bis zur gewünschten Höhe, so könnten wir es höher bringen, indem wir es um jene Gewichte erleichtern, die wir mitgenommen haben. In gleicher Weise wird man, wenn man bis zur Erde herabsteigen will, die Hähnchen der Gefäße öffnen müssen. Denn wenn allmählich die Luft eindringt, werden sie ihre Leichtigkeit verlieren und sich mählich senken, bis sie das Schiff auf den Boden niedersetzen.

Fünftens könnte einer einwenden, das Schiff würde nicht durch Ruder vorwärts bewegt werden können. Denn dieselben treiben nur insofern ein Schiff durch das Wasser, als ihnen das Wasser Widerstand leistet. An der Luft würden sie aber keinen Widerstand finden.

Darauf antworte ich: Die Luft bietet zwar dem Ruder nicht denselben Widerstand wie das Wasser, weil sie dünner und be-

weglicher ist. Aber trotzdem bietet sie einen merklichen Widerstand, der genügt, um das Schiff voranzubringen. In demselben Maße, wie der von der Luft dem Ruder gebotene Widerstand geringer ist, ist ja auch der Widerstand, welchen sie dem Schiffe selbst leistet, geringer. Daher wird es sich auch bei geringerem Widerstande des Ruders leicht bewegen können. Übrigens wird man die Ruder selten gebrauchen müssen, da wir in der Luft immer etwas Wind haben, der, wenn auch ganz schwach, zur Bewegung genügt. Selbst für den Fall, daß ein entgegengesetzter Wind wehte, werde ich anderswo zeigen, wie man den Mast so einrichten kann, daß man bei jedem Winde fahren kann, in der Luft wie auf dem Wasser.

Sechstens. Schwieriger ist es, ein Mittel zu finden gegen allzu ungestümen Wind, der das Schiff vor sich hertreiben könnte, daß es in Gefahr käme, an die Berge anzustoßen, welche gleichsam die Klippen dieses Luftozeans bilden, oder ganz umzukippen. Letzteres dürfte kaum eintreten, da die Personen und die Maschine immer den leichten Kugeln das Gegengewicht halten werden. So werden die letzteren immer über dem Schiffe bleiben und das Schiff sich niemals über sie emporheben. Ferner wird das Schiff niemals auf den Boden aufstoßen können, wenn nicht Luft in die Kugeln eindringt. Es wird auch keine Gefahr bestehen, zu ertrinken wie im Wasser, da die Mannschaft sich nur an das Holzwerk oder an die Stricke der Maschine anzuklammern braucht, um vor einem Falle sicher zu sein. Was das erstere anlangt, so gestehe ich zu, daß unser Schiff große Gefahr laufen könnte, aber nicht mehr als die Schiffe auf dem Meere. Wie jene, so könnten auch diese Schiffe sich der Anker bedienen, welche leicht an den Bäumen fassen würden. Endlich hat der Luftozean zwar keine Küsten, aber er bietet auch den Vorteil, daß keine Häfen nötig sind, wo die Schiffe Zuflucht suchen müßten. Sie können jederzeit, wenn Gefahr droht, landen und aus der Luft herabsteigen.

Sonst sehe ich keine Schwierigkeiten, die man vorbringen könnte, außer einer, welche mir größer scheint als alle andern: Gott wird niemals zugeben, daß eine solche Maschine wirklich zustande kommt, um die vielen Folgen zu verhindern, welche die bürgerliche und politische Ordnung der Menschheit stören würden. Denn wer sieht nicht, daß keine Stadt vor Überfällen sicher wäre, da ja das Schiff zu jeder Stunde über dem Platz derselben erscheinen und die Mannschaft sich herablassen und aussteigen könnte. Dasselbe geschähe in den Höfen bei Privathäusern und bei den Schiffen, welche das Meer durcheilen. Ja, wenn das Schiff nur aus hoher Luft bis zu dem Segelwerk der Meerschiffe herabstiege, könnte es die Taue kappen, und auch ohne herabzusteigen, könnte es mit Eisenstücken, die man aus dem Schiffe nach unten werfen könnte, die Fahrzeuge zum Kentern bringen, die Mannschaft töten und die Schiffe mit künstlichem Feuer, mit Kugeln und Bomben in Brand stecken; und

nicht nur Schiffe, sondern auch Häuser, Schlösser und Städte mit sicherer Gefahrlosigkeit für diejenigen, welche aus ungemessener Höhe solche Sachen herabwürfen."

Lanas Vorschläge erregten bei den Zeitgenossen großes Aufsehen. Schon im Jahre 1672 hielt sein Ordensbruder Sturm einen Vortrag über die Möglichkeit der Luftschiffahrt. Der Rintelner Professor Philipp Lohmeier vergaß sich leider so weit, daß er Lanas Schrift kurzweg abschrieb und als seine eigene Arbeit veröffentlichte[17]). Der Jesuit Bernardo Zamanga besang Lanas Luftschiff später sogar in einem schwungvollen Gedicht[18]).

Wahrscheinlich auch auf Lanas Ideen fußend, machte der Dominikaner Josef Galien in Avignon im Jahre 1755 den sonderbaren Vorschlag, ein Luftschiff dadurch zustande zu bringen, daß man es mit der leichten Luft aus höheren Regionen fülle[19]). „Dieses Schiff," sagt Galien, „wollen wir von einer guten und tüchtigen Leinwand bauen, diese mit Wachs oder Teer bestreichen, hier und da mit gutem Seilwerk oder, wo nötig, gar mit Tauen in- und auswendig befestigen, so daß bei Berechnung der Schwere des ganzen Schiffes, ohne seine Ladung, auf die Quadrattoise (eine Toise gleich 1,95 m) etwa 2 Zentner kommen. Dieses Schiff würde länger und breiter sein als die Stadt Avignon, und an Höhe würde es einem ziemlich beträchtlichen Berge gleichen. Sein Gewicht betrüge 12000000 Zentner, ein ungeheures Gewicht, das über zehnmal größer ist als das Gewicht der Arche Noah mit allen darin befindlichen Tieren und Vorräten." Die Tragfähigkeit berechnet der kühne Erfinder auf 70000000 Zentner, so daß ein großes Heer samt seiner Munition oder 4000000 Menschen, jeder mit 9 Zentner Mundvorrat und Gepäck, durch das Fahrzeug befördert werden könnten. Lanas Grundgedanke, der Füllung eines Luftschiffs mit leichter Luft ist ja richtig. Unsinnig sind aber diese endlosen Zahlenangaben. Wes Geistes Kind der Erfinder war, beweist er durch die Beantwortung der Fragen nach der Steuerfähigkeit und der Einzelkonstruktion: „Das sind Dinge, die wir den weisen Betrachtungen unserer geschickten Mechaniker überlassen. Diese Schiffahrt würde übrigens nicht so gefährlich sein, als man sich einbilden könnte; sie würde vielmehr weniger Gefahren unterworfen sein als die auf dem Meere. Bei dieser ist man verloren, sobald das Schiff zugrunde sinkt; bei der unsrigen hingegen würde man, wenn sich auch dieser Fall zutrüge, ganz sanft auf die Erde niedersinken, zur großen Zufriedenheit derer, die des Segelns zwischen Himmel und Erde müde wären und mehr Lust hätten, uns zu erzählen, was sie in dem erhabenen Wolkenreiche gesehen hätten, als ihre Reise weiter fortzusetzen. Das herabsinkende Schiff würde so langsam niedergehen, daß man für die darin befindlichen Personen nicht das geringste zu befürchten hätte, da der Widerstand der ungemein breiten unteren Luftsäule alle Geschwindigkeit des Falles verhüten würde. Überdies würde unser Schiff, wenn es sich auch untergetaucht und mit gröberer

Luft angefüllt hätte, dennoch niemals um ein Drittel mehr wiegen als ein gleichgroßes Volumen von solcher Luft. Es würde also immer viel leichter zur Erde herabkommen, als die leichteste Feder, weil diese, all ihrer Leichtigkeit ungeachtet, dennoch um viele Male mehr wiegt, als ein mit ihr gleichgroßes Volumen Luft und also in Proportionen der Massen weit mehr als unser untersinkendes Schiff." Daß Galien ein sehr schlechter Kenner der Physik war, beweisen die letzten Ausführungen.

Elf Jahre nach diesem phantastischen Entwurf zur Ballonschifffahrt machte der Engländer Henry Cavendish eingehende Untersuchungen über die spezifischen Gewichte der verschiedenen Luftarten. Dabei entdeckte er, daß man eine eigentümliche Luft erhalte, wenn man Eisen, Zinn oder Zink in verdünnter Schwefelsäure oder Salzsäure auflöse. Die auf diese Weise gewonnene Luft war Wasserstoffgas, eine schon den Alchemisten des Mittelalters bekannte Luftart. Mit Sicherheit ist die Kenntnis von den unterschiedlichen Eigenschaften des Wasserstoffgases und anderer Gasarten bereits ums Jahr 1610 bei dem gelehrten Johann Baptiste van Helmont nachweisbar. Er war es auch, der für die leichten Luftarten das Wort „Gas" aus „Chaos" bildete. Das Wort „Chaoskälte" läßt sich sogar bis auf den großen Paracelsus zurück verfolgen. Hätte man also die Schriften jener Männer auf ihren tatsächlichen Wert in bezug auf chemisches und physikalisches Wissen durchgesehen und darin nicht nur immer nach Goldmacherrezepten gesucht, dann wäre man wohl schon im 17. Jahrhundert auf die große Leichtigkeit der Gasarten aufmerksam geworden. In Verbindung mit Lanas Ideen wäre dann der Gasballon und die Ballonschiffahrt überhaupt erfunden gewesen.

Sogleich nach der ersten Veröffentlichung von Cavendish[20]) machte Joseph Black in Edinburgh Versuche mit Wasserstoffgas, und er fand dabei, daß die Blasen, in denen er das Gas bei der Entwicklung sammelte, eine starke Neigung zeigten, aufwärts zu steigen. Black hatte aber andere wichtige Arbeiten, so daß er diese Beobachtung nicht weiter verfolgte[21]). Als der in London lebende Italiener Tiberio Cavallo im Jahre 1781 auf Grund der Blackschen Beobachtungen Versuche vornahm, gelang es ihm nicht, größere Papierzylinder und Tierblasen durch Wasserstoffgas zum Steigen zu bringen, weil — was er allerdings nicht erkannte — sein Gas zu unrein war. Er beschränkte sich deshalb darauf, Seifenblasen voll Wasserstoff schnell in die Höhe treiben zu lassen.

Wir sind in unserer Betrachtung jetzt bis dicht an das Jahr der Erfindung der Warmluftballons herangekommen. Man möchte glauben, daß die Erfindung aus irgendeiner der vielen vorhandenen Anregungen heraus entstanden sei. Doch die Warmluftballons des Mittelalters waren längst vergessen, die Vorschläge von Lana nahm niemand ernst, und die Experimente mit dem Wasserstoffgas hatten zu keinem brauchbaren Ergebnis geführt. Wir müssen also schon

von einem Zufall sprechen, wenn wir jetzt plötzlich die Verwirklichung der Ballonschiffahrt aus ganz anderen Ursachen heraus vor uns sehen.

Zu Annonay lebte damals ein Papierfabrikant, der fünf Söhne hatte. Zwei von ihnen, Jacques Etienne und José Michel, beschäftigten sich viel mit physikalischen und chemischen Experimenten. So wollten sie im Jahre 1782 künstliche Wolken zustande bringen. Es gelang ihnen aber nicht, den durch Verbrennen von Stroh und Lumpen erzeugten Rauch in zusammengeballter Form gleich Wolken in die Luft steigen zu lassen. Sie umgaben deshalb ihre künstlichen Wolken mit leichten Hüllen aus Papier und machten dabei die überraschende Beobachtung, daß ihre Rauchwolken die Hüllen ohne Schwierigkeit mit in die Höhe führten. Beide Brüder waren irrtümlich der Ansicht, der Rauch besitze die aufwärtstreibende Kraft; erst später erkannten sie, daß es lediglich die Wärme sei, die ihre Papierhüllen hob.

Man erzählt zwar meistens eine lustigere Geschichte, auf welche Weise die Gebrüder Montgolfier zu ihrer Erfindung gekommen seien. Die Gattin des einen habe eines Tages ihren Unterrock schnell über einem Ofen trocknen wollen. Zu ihrer Verwunderung sei das Kleidungsstück nach und nach immer bauschiger geworden und habe sich schließlich bis zur Decke emporgehoben. Ihr Mann, der den Unterrock mittels einer Leiter von der Decke herabgeholt habe, sei der eigentümlichen Erscheinung nachgegangen und habe auf diese Weise den Luftballon erfunden. Wer der Urheber dieser Erzählung ist, konnte ich nicht feststellen. Sicherlich ist sie schlecht erfunden, denn ein oben und unten offener Unterrock wird niemals zum Steigen gebracht werden können. Die Brüder Montgolfier, die uns die Geschichte ihrer Erfindung selbst sehr zuverlässig geschildert haben, erwähnen übrigens kein Wort von dieser Erzählung [22]).

Nach verschiedenen Vorversuchen beschlossen die beiden Brüder, ihr Experiment bei Gelegenheit des Ständetages zu Annonay öffentlich zu zeigen. Es war am 5. Juni 1783, als sie in Gegenwart der Behörden einen aus Leinwand gefertigten, mit Papier gefütterten und mit einem Netz aus Bindfäden überzogenen Warmluftballon zum erstenmal öffentlich aufsteigen ließen. Das Fahrzeug hatte eine Höhe von 11,37 m. Im Durchmesser war es geringer, so daß es eine längliche, aufrechtstehende Form hatte. Die einzelnen Leinwandbahnen waren durch Knopflöcher und Knöpfe miteinander verbunden. Die vor dem Aufstieg von einem Strohfeuer erzeugte warme Luft entwich aber sehr schnell aus den Knopflöchern und den nur sehr undicht übereinandergreifenden Stellen der Knopfreihen, so daß sich der Ballon schon nach 10 Minuten wieder senkte. Dennoch war der Aufstieg für alle Anwesenden so verwunderlich, daß sogleich ein Protokoll darüber ausgefertigt und durch die Zeitungen bekannt gemacht wurde. Als die Nachrichten nach Paris

kamen, gingen verschiedene Gelehrte an die Wiederholung des Experimentes. Doch nur in einem Punkt blieb ein Zweifel offen: womit hatten die beiden Brüder den Ballon gefüllt? Mit Absicht war nämlich in dem Protokoll verschwiegen worden, daß die warme Luft dem Ballon den Auftrieb gegeben habe.

Jetzt erinnerte sich der Pariser Physiker Charles der früheren Experimente mit Wasserstoffgas und forderte öffentlich zu einer Nationalspende zur Beschaffung der Mittel eines Ballonbaues auf. Die Beiträge flossen reichlich, und schon am 26. August war der neue Ballon so weit, daß man ihn versuchsweise an einem Fesselseil hochlassen konnte. Diese Leistung ist um so erstaunlicher, als die Bereitung von großen Mengen Wasserstoffgas mit bedeutenden Schwierigkeiten und Gefahren verknüpft war. Nach diesem Probeaufstieg wurde der Ballon auf einen Wagen verladen und bei Nacht unter starker militärischer Bedeckung zum Marsfelde hinausgeschafft.

Am Morgen des 27. August verkündeten berittene Herolde in Paris den Aufstieg des Luftballons. Dieser erste Gasballon, dessen Erfinder Charles war, hatte einen Durchmesser von 3,9 m. Binnen zwei Minuten stieg er bis zu einer Höhe von etwa 160 m auf. Da man ihn an der Füllstelle zugebunden hatte, dehnte sich das Gas im Innern in den höheren Luftschichten zu stark aus, so daß die Hülle einen Riß bekam und das Gas entweichen ließ. Dadurch sank der Ballon nach 42 Minuten, fünf Stunden vom Marsfelde entfernt, in der Nähe von Gonesse nieder. Einige Bauern, die das Fahrzeug vom Himmel herabkommen sahen, schlugen Lärm. Man kam mit Heugabeln und Dreschflegeln zu Hilfe und wollte den Riesenvogel, der sich auf ein Feld niedergelegt hatte, umbringen. Da der Hülle fortwährend Gas entströmte, wagte sich wegen des üblen Geruches niemand nahe genug heran. Erst ein Soldat, der einen Schuß auf den Ballon abgab, bewirkte, daß das Gas schneller ausströmte und die Hülle in sich zusammensank. Aber auch mit dieser wollte der Bauer, dem das Feld gehörte, nichts zu tun haben. Er band sie an sein Pferd und ließ sie über die Grenze des Ortes hinausschleppen. Als man in Paris von dem Schaden hörte, den die Unwissenheit der Leute angerichtet hatte, erging eine öffentliche Bekanntmachung, daß diese Bälle keine wilden Tiere seien, sondern hohle Kugeln aus Stoff, die man zu wissenschaftlichen Zwecken aufsteigen lasse.

Der Jubel über den Erfolg war in Paris ein ungeheurer. Man vergaß sogar, daß man vorausgesagt hatte, der Ballon werde sich 20 bis 25 Tage in der Luft halten können. Und alle Welt freute sich mit den Franzosen. „Wer die Entdeckung der Luftballone miterlebt hat," schreibt Goethe, „wird ein Zeugnis geben, welche Weltbewegung daraus entstand, welcher Anteil die Luftschiffer begleitete, welche Sehnsucht in soviel tausend Gemütern hervordrang, an solchen längst vorausgesetzten, immer geglaubten und immer unglaublichen,

gefahrvollen Wanderungen teilzunehmen; wie frisch und umständlich jeder einzelne glückliche Versuch die Zeitungen füllte, zu Tagesheften und Kupfern Anlaß gab; welchen zarten Anteil man an den unglücklichen Opfern solcher Versuche genommen. Dies ist unmöglich, selbst in der Erinnerung wiederherzustellen, so wenig, wie lebhaft man sich für einen vor dreißig Jahren ausgebrochenen, höchst bedeutenden Krieg interessierte."

Später hat uns Goethe hinterlassen, daß er durch die Erfindung der Luftballons doch einigen Verdruß erlebt habe. In seinem naturwissenschaftlichen Entwickelungsgang [23]), den er im Jahre 1821 aufzeichnete, notiert er: „Schönes Glück, die zweite Hälfte des vorigen Jahrhunderts durchlebt zu haben. Großer Vorteil, gleichzeitig mit großen Entdeckungen gewesen zu sein. Man sieht sie an als Brüder, Schwestern, Verwandte, ja insofern man selbst mitwirkt, als Töchter und Söhne." Nun verzeichnet er verschiedene große Erfindungen, die er miterlebte. Darunter bemerkt er, daß er sich schon im Jahre 1780 mit den verschiedenen Luftarten beschäftigt habe. Später heißt es weiter: „Die Luftballone werden entdeckt. Wie nah ich dieser Entdeckung gewesen. Einiger Verdruß, es nicht selbst entdeckt zu haben. Baldige Tröstung." Es war mir leider nicht möglich [24]), mehr über Goethes Vorarbeiten zur Erfindung der Luftballons in Erfahrung zu bringen. Die Erfindung beschäftigt ihn ja noch häufig; so war er in Deutschland überhaupt einer der ersten, der Ballons aufsteigen ließ. Auch in seinem „Faust" finden wir in dem kleinen Auftritt dicht hinter der Schülerszene einen Anklang an die Warmluftballons. Faust fragt, in welchem Fahrzeug die Weltenfahrt angetreten werden soll:

> Wie kommen wir denn aus dem Haus?
> Wo hast du Pferde, Knecht und Wagen?

Wie jedermann reist, so denkt sich der trockene Gelehrte die Reise. Anders Mephistopheles:

> Wir breiten nur den Mantel aus,
> Der soll uns durch die Lüfte tragen.
> Du nimmst bei diesem kühnen Schritt
> Nur keinen großen Bündel mit.
> Ein bißchen Feuerluft, die ich bereiten werde,
> Hebt uns behend von dieser Erde.
> Und sind wir leicht, so geht es schnell hinauf.

Der Mantel, der Faust und Mephistopheles durch die Lüfte tragen soll, ist die Hülle des Ballons, der durch die Feuerluft, die unter ihm angezündet ist, emporgehoben wird. Goethe gestaltet also die Luftfahrt, von der schon die alten Sagen und Bücher über Faust berichten, nach den naturwissenschaftlichen Kenntnissen seiner Zeit entsprechend um.

Doch nun kehren wir nach Frankreich zurück. Nach dem ersten Aufstieg eines Gasballons kamen die Brüder Montgolfier auf Ein-

ladung des Königs zu einer Vorführung nach Versailles. Am 19. September 1783 ließen sie dort in Gegenwart des ganzen Hofes und einer Zuschauermenge von 130000 Köpfen einen prächtig bemalten Luftballon von 11,32 m Durchmesser und 15,27 m Höhe mit Hilfe warmer Luft emporsteigen. Unter dem Ballon hing an einem Strick ein großer Korb, in dem sich drei Tiere, ein Hammel, eine Ente und ein Hahn befanden. Man wollte versuchen, ob die Tiere lebendig zur Erde zurückkämen. Dieses Experiment erscheint auf den ersten Blick lächerlich, doch man muß bedenken, daß man damals noch gar keine Erfahrungen über die Atmungstätigkeit in großen Höhen besaß. Der Bergsport wurde noch nicht betrieben, und nur einzelne hatten sich auf höhere Berge hinaufgewagt. So kamen denn zu aller Verwunderung die drei Tiere unversehrt mit dem Ballon wieder zur Erde herab. Paris wurde abermals von einem Freudentaumel erfaßt, der sich sogar bis zu einem Gedicht auf die drei luftfahrenden Tiere verstieg[25]).

Nun überschlugen sich die aeronautischen Ereignisse geradezu. Am 15. Oktober stieg der Apotheker J. F. Pilâtre de Rozier in Paris in einem Warmluftballon, der an Stricken gehalten wurde, als erster Mensch 27 m hoch in die Höhe und verweilte oben $4^1/_2$ Minuten. Am 19. wiederholte er den Versuch, wobei er am Fesselseil bis zu 105 m Höhe kam. In Holland füllte Jan Pieter Minckelaers, der sich damals mit der Einführung des Leuchtgases beschäftigte, am 21. November im Park des Herzogs von Arenberg zu Haverlé bei Louvain einen Luftballon zum erstenmal mit Leuchtgas, und am gleichen Tage stieg der schon genannte Apotheker Pilâtre de Rozier mit dem Marquis d'Arlandes vom Jagdschloß La Muette aus zur ersten Freifahrt empor. Pilâtre de Rozier hatte sich dazu einen eigenartigen Luftballon konstruiert, der eine Vereinigung von Gasballon und Warmluftballon darstellte. Im gleichen Monat versuchte man, in Oxford und London unbemannte Gasballons emporsteigen zu lassen. Am 1. Dezember stieg der Erfinder der Gasballons, Charles, von Paris aus zum erstenmal mit seiner Erfindung empor. Dieser Aufstieg ist auch deshalb besonders beachtenswert, weil er zum erstenmal rein wissenschaftliche Zwecke verfolgte; am Barometer wurden 500,8 mm abgelesen, woraus sich eine Steighöhe von 3467 m ergab, während am Thermometer in der höchsten Höhe eine Temperatur von 8,8° unter Null ermittelt wurden. Charles bediente sich bei dieser Auffahrt zum erstenmal des Entleerungsventils am Ballon. Zwei Tage nach diesem Ereignis legte der französische Genie-Leutnant Jean Baptiste Marie Charles Meusnier der Pariser Akademie der Wissenschaften eine „Denkschrift über das Gleichgewicht der aerostatischen Maschinen" vor. In dieser bedeutsamen Arbeit wurde die Statik der schlaffen und prallen Ballons sowie das Ballonet richtig angegeben[26]).

Da das Ballonet heute in der Luftschiffahrt eine große Rolle spielt, sei hier kurz sein Zweck und seine Verwendung erläutert.

Das Ballonet ist ein kleiner Ballon, der im Innern eines Gasballons angebracht ist. Zu Anfang der Fahrt liegt das Ballonet schlaff zusammengefaltet. Gelangt der Ballon später in höhere Luftschichten, so wird das Gas infolge des geringen Luftdruckes ausgedehnt und es entweicht aus der Hülle. Auch wird das Gas durch Bestrahlung von der Sonne erwärmt und ausgedehnt, und so vermindert sich der Gasinhalt des Ballons. Sobald er wieder in eine tiefere Luftschicht kommt, dann wird das Ballonet um so viel mit Luft aufgeblasen, daß es den Gasverlust ausgleicht und die Ballonhülle wieder prall werden läßt. In vereinzelten Fällen verwendet man beim heutigen Kugelballon noch ein Ballonet, doch hauptsächlich dient es dazu, die Hüllen der unstarren Luftschiffe prall zu erhalten.

Das Jahr 1784 war nicht minder reich an aeronautischen Ereignissen. Am 19. Januar stieg der eine der Brüder Montgolfier zum ersten Male selbst in einem Warmluftballon empor. Er nahm hierbei 6 Personen mit. Der Ballon, der einen Durchmesser von 104 Fuß hatte, ist in seiner Größe nur noch einmal, und zwar vom Fesselballon der Pariser Weltausstellung 1878 übertroffen worden. Der vorhin genannte Meusnier arbeitete ein Projekt aus, die Ballonschiffahrt zu militärischen Zwecken zu verwenden, und er kam dabei schon auf recht brauchbare Vorschläge zu einem Luftschiff[27]). In Deutschland verfolgte der Ingenieur J. C. G. Hayne damals die gleichen Ziele[28]). Auch Frauen wandten sich der Luftschiffahrt zu; die Gattin eines Industriellen, Madame Tible, stieg am 5. Juni 1784 zu Lyon als erste Frau in einem Luftballon auf. Später folgten ihr Frau Wilhelmine Reichardt, eine Deutsche, und die Gattin von Blanchard, die am 6. Juli 1819 bei einer Ballonfahrt tödlich verunglückte. In diesem Jahre wurden den Montgolfiers auch reiche Ehren zuteil; von der Akademie der Wissenschaften erhielten sie einen Preis von 600 Livres, und vom König bekam der ältere der beiden eine Jahresrente von 1000 Livres. Der Vater aber wurde samt seinen beiden berühmten Söhnen und deren Brüdern in den Adelstand erhoben.

Am 7. Januar 1785 unternahmen der frühere Flugtechniker Nicolas François Blanchard und der Marinearzt John Jeffries aus Boston in einem Gasballon die erste Luftreise in einer bestimmten Richtung. Das Unternehmen glückte, so gefährlich es auch war, vollständig; die beiden Reisenden landeten nach zwei Stunden ihres Aufstiegs von Dover glücklich in Calais. Ludwig XVI. belohnte Blanchard durch eine Spende von 12000 Franken und eine Jahresrente von 1200 Franken. In Calais steht noch heute der Denkstein, wo die Luftschiffer nach der ersten Überfliegung des Kanals landeten. Der Brief eines Augenzeugen berichtet unter dem 7. Januar 1785[29]): „Heute um 6 Uhr morgens, da der Wind aus Nord-West kam, rief Herr Blanchard sofort seine Arbeiter zusammen. Man ließ eine Montgolfière steigen, welche die Richtung nach Calais

einschlug. Herr Blanchard berichtete sogleich dem Gouverneur des Schlosses, er gedenke aufzufahren, da der Wind günstig sei, und bat ihn, die Einwohner durch ein Zeichen von seinem Vorhaben in Kenntnis zu setzen. In dieser Absicht wurden um 8 Uhr drei Kanonenschüsse abgegeben. Nun eilte alles herbei, um zu helfen; der Eifer und die Ordnung waren dabei derart, daß es schien, eine einzige Familie arbeite im vollen Einverständnis an einem Werke, von dem alles abhänge. Als nun 12¹/₄ Uhr Blanchard seinen Ballon halb gefüllt hatte, ließ er den Herrn Gouverneur, um ihm eine Ehrung zu bezeigen, eine kleinere Luftkugel abschneiden, die der großen vorausfliegen sollte. Um 1 Uhr war alles zur Auffahrt bereit. Blanchard und Doktor Jeffries hatten ihre Sitze eingenommen, und mit größter Kaltblütigkeit und weithin schallender Stimme befahl Blanchard, die letzten Stricke zu lösen. Unmittelbar vor der Abfahrt herrschte unter den Zuschauern die tiefste Stille, aber kaum erhob sich der Ballon in die Lüfte, da ertönte unten ein ungeheures Freudengeschrei, und man überließ sich den törichtsten Ausbrüchen einer unbezähmten Freude. Es war ein großartiger, überwältigender Anblick, den stolzen Luftball majestätisch über die unermeßliche Meeresfläche dahinschweben zu sehen. Blanchard blickte nun auf die frohlockenden Zuschauer zurück und grüßte mit einer Fahne. Wir verloren den Ball schon fast aus dem Gesichte, als wir ihn plötzlich sinken sahen. Uns schauderte bei dem Gedanken an das bevorstehende Unglück, aber alsbald erhob sich der Ball wieder in die Lüfte und trieb mit größter Schnelligkeit dahin."

Der eigene Bericht von Dr. Jeffries, datiert Calais, den 8. Januar 1785, lautet[30]): „Der Himmel hat unser kühnes Unternehmen mit glänzendem Erfolg gekrönt. Ich kann Ihnen die Pracht und Schönheit unserer Reise nicht genug schildern. Als wir in der Mitte über dem Kanal dahinschwebten, genossen wir, da wir sehr hoch in der Luft segelten, über das benachbarte Frankreich und England eine Aussicht, die keine Feder zu schildern vermag. Wir hatten schon zwei Drittel unserer Fahrt über das Meer glücklich zurückgelegt, aber auch allen Ballast über Bord geworfen. Als wir noch ungefähr zwei Meilen von der Küste Frankreichs entfernt waren, sank der Ballon immer mehr. Blanchard fing nun an, die Gondel aller Zieraten zu entblößen. Als dies nichts nützte, warfen wir unsere beiden Anker ab, dann unsere Instrumente, sogar die Kleider am Leibe und endlich die Hosen. Wir waren nunmehr 12 Fuß über der Oberfläche des Meeres und zogen nun unsere Wamse von Kork an, um uns über dem Wasser so lange zu halten, bis uns eines der vielen kleinen englischen Fahrzeuge, die unsere Fahrt verfolgten, zu Hilfe kommen würde. Da hieß es nun wahrhaftig ‚Per aspera ad astra'. Denn bei unserem drohenden Unglück fing plötzlich das Barometer zu sinken an, und sogleich stieg wieder unser Ball. Um 3 Uhr erreichten wir glücklich die Küste und hielten in Frankreich, freilich ohne Beinkleider, einen prächtigen Einzug.

Das ganze Ufer war mit Menschen bedeckt, deren Jubelgeschrei zu uns heraufdrang. Wir setzten unseren Flug noch 4 Meilen weit fort, bis wir ganz sachte in der Mitte des Waldes von Felmore, unweit von Guisnes, von allem entblößt, auf Bäumen herunterkamen, indem wir weder Seil, noch Anker, noch andere zur Landung nötige Gegenstände mehr zur Hand hatten. Ich suchte vor allem den Gipfel eines Baumes zu erhaschen, um mich daran festzuklammern. Es gelang mir dies auf eine unbegreifliche Weise. Man hätte trotz der ernsten Situation herzlich lachen müssen, wenn man uns gesehen hätte, ohne jedes Kleidungsstück, Herrn Blanchard mit dem Öffnen des Ventils sich abmühend, und mich, den Gipfel eines majestätischen Baumes umfassend. Und da der Ballon über unseren Köpfen hin und her schwebte, so hatte ich mit meinen Armen einen schweren Kampf auszuhalten. Es dauerte gerade 28 Minuten, um so viel brennbare Luft herauszulassen, daß der Ballon sich unbeschädigt herunterlassen konnte. Wir hörten, wie der Wald sich bald mit Leuten zu Fuß und zu Pferde füllte. Auf dem Boden glücklich angelangt, wurden wir sofort mit den notwendigsten Kleidungsstücken versehen und gut beritten gemacht. Der Besitzer des naheliegenden Schlosses, M. de Sandrouin, lud uns dorthin ein, empfing uns aufs höflichste und bewirtete uns mit allen möglichen Erfrischungen. Um 9 Uhr abends fuhren wir sechsspännig, nachdem wir unterwegs noch eine Stunde im Schlosse des Herrn Brounot zu Ardingham zugebracht hatten, nach Calais ab, wo wir zwischen 1—2 Uhr morgens anlangten. Es war schon Order gegeben worden, uns ohne Schwierigkeit passieren zu lassen. Trotz der frühen Morgenstunde waren alle Straßen, durch welche wir fuhren, voll von Menschen, welche beständig riefen: ‚Vive le roi', ‚Vivent les aéronautes!' Wir stiegen beim Hause eines Stadtrates ab Am Morgen war die französische Flagge auf dem Hause aufgezogen, desgleichen wehten die Stadtfahnen von allen Türmen. Es wurden sogar einige Kanonen gelöst und in allen Kirchenspielen die Glocken geläutet. Die Stadtobrigkeit und alle Offiziere der Besatzung erschienen, um uns zu beglückwünschen. Um 10 Uhr reichte man uns sogar den Stadttrunk und lud uns zu einer Mittagstafel auf dem Rathause ein. Vor Beginn derselben überreichte der Maire Herrn Blanchard eine goldene Kassette, auf deren Deckel ein Luftball gestochen war. Sie enthielt für Blanchard die Bürgerrechtsurkunde von Calais."

Am Jahrestage, als die erste Frau sich dem Luftballon anvertraut hatte, unternahm Pilâtre de Rozier, der erste, der sich überhaupt in die Luft emporgeschwungen hatte, mit einem Begleiter eine Fahrt von Frankreich aus nach England. Die Regierung hatte zu der Fahrt 40000 Franken zur Verfügung gestellt. Als nach vielen Schwierigkeiten der Aufstieg bei recht ungünstiger Witterung unternommen wurde, nahm er einen unglücklichen Verlauf. Einem Privatbrief, datiert aus Boulogne, den 15. Juni 1785, entnehmen

wir folgenden Bericht[31]): „Heute früh um 5 Uhr wurden wir durch einen Trommler geweckt, der den Bewohnern verkündigte, daß Pilâtre de Rozier und sein Freund Romain sich anschickten, nach England hinüberzufliegen. Ich eilte nun an das Meeresufer, wo man den Luftball zurecht machte. Alle anwesenden Seeleute versicherten, der Wind sei günstig. Man ließ nach 5 Uhr einen kleinen Ballon fliegen, der aber die Richtung nach Amiens, also landeinwärts, einschlug, was mithin keine günstige Vorbedeutung war. Um $^1/_2$ 7 Uhr ließ man einen zweiten fliegen, der glücklich England zuflog und sich bald aus dem Gesichte verlor. Nun faßten die beiden Luftschiffer wieder Mut. Um $^1/_2$ 8 Uhr wurden die letzten Stricke gelöst, und der Ballon stieg schnell in die Höhe, begleitet von den Wünschen einer unermeßlichen Menge von Zuschauern, welche um 7 Uhr morgens durch das Zeichen von 3 Kanonenschüssen herbeigelockt worden waren. Der Luftball stand etwa 800′ hoch, als er zu schwanken anfing und landeinwärts getrieben wurde. Nach einer halben Stunde bekam er einen Riß und fing plötzlich zu sinken an. M. de Maison-Forte, ein junger Ingenieur-Offizier, der zu Pferde war, jagte dem Orte zu, wo der Ballon niederfiel und kam 8 Minuten später, als er die Erde berührt hatte. Er fand einen Bauern, der Romain bei der Hand hielt. Romain lag in den letzten Zügen, während Pilâtre bereits tot war. Die Körper der beiden Unglücklichen waren bis zur Unkenntlichkeit verstümmelt. Romain hatte das Rückgrat gebrochen und zeigte am Kopfe eine tiefe Wunde bis zur Glandula pinealis. Pilâtre waren die meisten Rippen und ein Fuß gebrochen."

Ein anderer Bericht sagt: „Was dem Herrn Pilâtre de Rozier nunmehr leider widerfahren ist, wird hoffentlich den Herren Luftschwärmern zum warnenden Beispiel dienen. Am 6. Juni traf Pilâtre nach sechswöchigem Aufenthalt in England in Boulogne ein. Kaum angekommen, versprach er seine so oft schon versprochene Luftreise zur Ausführung zu bringen. Natürlich mußte er die Winde zu Rate ziehen, und diese waren noch immer widrig. Am 14. endlich gestalteten sie sich günstiger. Den ganzen Tag und die darauffolgende Nacht wurde gearbeitet, und am 15. um 7 Uhr morgens stand alles in Bereitschaft. Da nun der Wind noch immer günstig war, so bestiegen Pilâtre und Romain ihr Luftschiff um 7 Uhr 5 Minuten. Majestätisch schwangen sie sich in die Luft, erreichten das offene Meer gar bald, und jedermann glaubte, sie wären in Sicherheit. Allein schon nach einigen Minuten drehte sich der Wind. Der Ballon wurde eine Weile hin und her geschleudert und nahm zuletzt die Richtung nach Calais. Plötzlich sah man einen dicken Rauch aus demselben hervorquellen. Die brennbare Luft hatte den Luftball angegriffen, so daß er Risse bekam und zu brennen anfing. In einem Augenblick stürzten beide Unglücklichen aus einer Höhe von 200 Klafter herab. Alles eilte ihnen entgegen, und einige langten fast im gleichen Augenblick an, wo die Luftschiffer den Boden be-

rührten. Aber diese waren bereits tot, und ihre Glieder fast vollständig zerschmettert. Herr Pilâtre hinterläßt zwei Schwestern und eine untröstliche Braut, Herr Romain eine Witwe mit drei unversorgten Kindern."

Auch in Deutschland wollte man es jetzt versuchen, in die Lüfte emporzufahren. Der schon genannte Blanchard hatte am 27. September 1785 zu Frankfurt am Main den ersten Aufstieg in Deutschland versucht[32]). „Die Stadt, an deren damaligen Umfang uns die heutigen Anlagen erinnern, war mit Fremden überfüllt. Von weither war man herbeigeströmt, um das nie gesehene Wunder zu schauen, daß sich ein Mensch dem schwankenden Ballonkorb anvertraut und in die Lüfte erhebt. Der Grindbrunnen befand sich damals weiter stromabwärts als heute, vor dem ersten Lagerhaus an der Wilhelmsbrücke. Da dehnte sich eine große Wiese aus, auf der auch die Revuen über die Frankfurter Garnison, sowie der Metzgertanz am Pfingstdienstag abgehalten wurden. Ein Teil der Wiese war eingezäunt, der erste Platz kostete einen Carolin, der zweite die Hälfte, der dritte einen französischen Taler. Alle drei Plätze waren gleich stark besetzt, und die Zaungäste, die sich draußen einfanden, wurden von einem Zeitgenossen auf 100000 Köpfe geschätzt. Kein Wunder; hatte man doch in Deutschland noch keinen bemannten Luftballon aufsteigen sehen! Als der Ballon gefüllt war, bestiegen außer dem Führer Blanchard noch der Erbprinz von Hessen-Darmstadt (der nachmalige Landgraf Ludwig X. bzw. als Großherzog Ludwig I.) und ein französischer Offizier namens Schweizer den Korb des Ballons. Nur die Haltetaue waren noch zu lösen, da schoß jemand aus einem Hinterhalt, wohl vom Main her, auf den Ballon mit einer Windbüchse. Aus einem klaffenden Riß strömte das Gas aus, die Hülle sank zusammen. Blanchard hatte anfänglich vor Schreck die Sprache verloren, und nun ergoß sich die Schale des Zornes auf sein Haupt. Die getäuschte Menschenmenge ward unruhig und wollte ihn zur Rechenschaft ziehen. Zum Glück nahm sich Fürst Karl von Weilberg seiner an, und in dessen Wagen erreichte er unter starker militärischer Bedeckung seine Wohnung im Goldenen Löwen."

Am 3. Oktober desselben Jahres aber stieg Blanchard in Frankfurt auf und landete, nachdem er 2000 m Höhe erreicht hatte, nach 39 Minuten in einer Entfernung von 46 km in Weilburg an der Lahn. War es auch nur ein Zufall, daß Blanchard gerade bis über die Residenz seines Gönners getrieben wurde, so sahen die Frankfurter dies doch als eine hervorragende Leistung des Luftschiffers an und feierten ihn in der überschwenglichsten Weise. „Im Neuen Komödienhaus wurde der Aeronaut mit Pauken und Trompeten empfangen. Die Schauspieler waren alle festlich gekleidet, und als der Vorhang sich hob, begrüßten sie ihn mit einem französischen Poem. Seine Büste war im Theater aufgestellt, und zwei Schauspieler brachten unter dem Beifall des Publikums einen mächtigen Lorbeer-

kranz dar. Nach der Vorstellung zog ihn der russische Gesandte zur Abendtafel. Am nächsten Tage gaben die ersten Kreise der Frankfurter Gesellschaft dem Franzosen ein Mittagsmahl im Römischen Kaiser. Vor dem Gasthaus hatte sich eine große Menschenmenge eingefunden, und um Blanchard ein Vergnügen zu machen, ward Geld unter sie geworfen. Abends wiederholten sich die Szenen im Theater, nur mit dem Unterschiede, daß Blanchard — statt von Pferden — vom Volke zur Schaubühne gezogen wurde.

Den folgenden Morgen aber machte Blanchard in der Ratssitzung seine Aufwartung. Er wurde mit großer Auszeichnung empfangen, und es ward ihm vermeldet, daß die Stadt alle Unkosten übernähme. Ob das in Würdigung des großen Fremdenzustromes oder der Luftschiffahrt selbst geschah, wer weiß es? Blanchard erhielt noch ein Geschenk von 50 doppelten Krönungsdukaten, und die Chronik spricht: „Noch nie war ein Sterblicher hier so ausgezeichnet worden[33]).“



Abb. 127. Denkmünze auf Freiherrn v. Lütgendorf.

Ein Deutscher, Freiherr von Lütgendorf, der am 24. August 1786 zu Augsburg einen Aufstieg versuchte, konnte trotz vieler Mühe seinen Ballon nicht zum Steigen bringen. Man liest heute vielfach, von Lütgendorf sei Deutschlands erster Luftschiffer gewesen. Das ist jedoch gänzlich falsch, denn alle Berichte, Flugblätter und Medaillen, die über den Lütgendorfschen Aufstieg existieren, sind in der guten Hoffnung angefertigt worden, daß es dem Manne gelingen würde, seine Luftfahrt zustande zu bekommen. Ein eingehender Bericht eines Augenzeugen und eine lange Reihe von Spottschriften auf das Mißlingen des Unternehmens befinden sich noch heute in der Kgl. Bibliothek in Berlin. Aus ihnen[34]) geht unzweifelhaft hervor, daß Lütgendorf niemals sein Vorhaben ausführte. Am berühmtesten wurde von den damals in Deutschland ausgeführten Aufstiegen die am 12. November 1787 von Blanchard in Nürnberg glücklich zurückgelegte Fahrt (Abb. 128). An 50000 Menschen wohnten ihr bei, und der Jubel der Bevölkerung war noch weit größer, als es in Frankfurt der Fall gewesen war.

Der bereits erwähnte Vorschlag von Meusnier, die Luftschiffahrt zu militärischen Zwecken zu verwenden, hatte keinen großen An-

klang gefunden. Erst als die Berufsluftschiffer gezeigt hatten, daß man mit dem Ballon sicher fahren könne, wandte man sich in Frankreich wieder der Frage der militärischen Luftschiffahrt zu und gründete im Jahre 1794 eine besondere Truppe, „Aerostiers" genannt, die sogleich im Felde Verwendung fand. Nach einem kurzen Aufstieg am 2. Juni in dem Treffen vor Maubeuge leisteten die Luftschiffer am 26. Juni in der Schlacht bei Fleurus wertvolle Dienste.

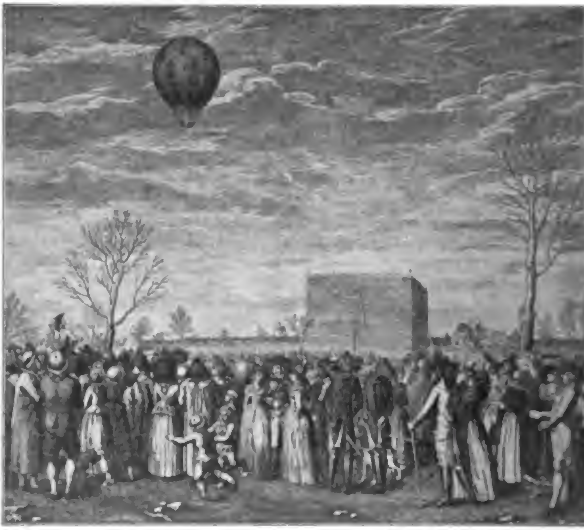


Abb. 128. Blanchards Aufstieg in Nürnberg 1787.

Der Befehlshaber der Luftschifferabteilung, Coutelle, ließ sich von einem Fesselballon, der von 32 Mann an Stricken gehalten wurde, in die Höhe heben, um die Bewegungen der Österreicher zu beobachten. Der Beobachtungsballon stand sehr nahe am Feind, dennoch wurde nicht auf ihn geschossen, vielmehr kam ein österreichischer General mit mehreren Offizieren aus der Festung heraus und signalisierte den Franzosen: „Herr General, ich bitte Sie freundlichst, lassen Sie diesen tapferen Offizier herabsteigen; der Wind wird ihn umbringen. Er darf nicht das Opfer eines im Kriege so seltsamen Falles werden. Ich habe vor Maubeuge auf ihn schießen

lassen[35])." Diese große Höflichkeit dem Feinde gegenüber war aber wohl weniger von der Menschlichkeit, als von der Furcht diktiert, denn vom Ballon herab konnte man sämtliche Vorbereitungen in der Festung beobachten. Mit dem Herabschießen des französischen Ballons aber hatten die Österreicher bisher schlechte Erfahrungen gemacht. Die Beschießung vor Maubeuge mit Gewehrfeuer war ihnen ebensowenig geglückt, als die Beschießung mit Feldhaubitzen am 13. Juni. Noch heute befindet sich ein von General Jourdan bei der französischen Armee damals mitgeführter Fesselballon im Heeresmuseum zu Wien. Seine Höhe mißt 16,25 m, sein Durchmesser 9,75 m. Er wurde im Jahre 1796 bei Würzburg erobert[36]). Trotz des großen Nutzens, den die Luftschiffer den Franzosen in den Feldzügen brachten, berichten die Pariser Zeitungen, daß die Luftschiffertruppe am 21. März 1797 aufgelöst worden sei, da ihr Nutzen in keinem Verhältnis zu den hohen Kosten stehe.

Erst im amerikanischen Bürgerkrieg erinnerte man sich wieder der Luftschiffahrt zu militärischen Zwecken. Es blieb aber auch hier nur bei einem Versuch. Erst als im deutsch-französischen Krieg von 1870/71 64 Ballons aus dem belagerten Paris heraus entkommen waren, nahm Frankreich die militärische Luftschiffahrt wieder auf. Aus seiner 1877 gegründeten Luftschifferschule in Meudon gingen in den achtziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts zahlreiche Anregungen hervor, die die Luftschiffahrt im allgemeinen und ihre militärische Verwendung im besonderen wesentlich förderten.

Das 19. Jahrhundert brachte für die Ballonschiffahrt zwar eine Unmenge technischer Verbesserungen der Einzelheiten, doch sind diese nicht interessant genug, um hier geschildert zu werden. Nur einiges möchte ich herausgreifen. Wenn heute ein Ballon an einem bestimmten Platz, über dem er sich befindet, landen will, dann zieht der Führer die Reißbahn. Diese ist ein vom Scheitel des Ballons aus bis zu seinem Äquator mit Gummilösung angeklebter Streifen, an dessen oberem Ende eine rote Leine befestigt ist, die durch das Innere des Ballons hindurch zur Gondel führt. Die rote Farbe dieser Leine ist gewählt, damit sie nicht mit einer anderen Leine verwechselt wird, mit deren Hilfe man das Ventil am Scheitel des Ballons momentweise öffnen kann. Ein kräftiger Zug an der roten Leine reißt die aufgeklebte Bahn schnell ab, so daß der Ballon eine Öffnung von mehreren Metern Weite bekommt. Man bedient sich heute der Reißbahn fast bei jeder Landung, um zu verhindern, daß der Ballon weite Strecken dicht über dem Erdboden hinfährt und in großen Sprüngen die Gondel recht unsanft auf die Erde aufstoßen läßt. Beim Zug der Reißleine entströmt der ganze Gasinhalt der Ballonhülle so schnell, daß man selbst bei unruhigem Wetter bei einiger Aufmerksamkeit des Führers glatt landen kann. Die Reißbahn wurde von dem amerikanischen Luftschiffer Wise zum erstenmal im Jahre 1844 angewandt, um den Luftballon im Augenblick höchster Gefahr schnell entleeren zu können. Im Jahre

1882 führte der Franzose Renard die Reißleine wieder ein, um sie bei jeder Landung zu benutzen.

Die wissenschaftliche Luftschiffahrt begann erst mit dem Jahre 1879 systematische Arbeiten. Zwar hatte schon die Königliche Gesellschaft in Kopenhagen im Jahre 1809 angeregt, durch kleine, unbemannte Luftballons die Gesetze der Elektrizität der oberen Atmosphäre, das Quantum des Sauerstoffs, des Stickstoffs und der Kohlensäure, die Richtung der Winde und anderes zu erforschen. Doch gelang es erst Brissonet 1879, kleine Pilotballons steigen zu lassen, um über den Ort und die Zeit des Auffindens Schlüsse auf die Windrichtung ziehen zu können. Die Ballons waren zu diesem Zweck mit Fragebogen versehen, die vom Finder ausgefüllt und an eine Sammelstelle zurückgeschickt werden mußten. So umständlich das Verfahren war, so günstig war doch das Ergebnis. 1885 regte der französische Luftschiffer Tissandier dann an, internationalwissenschaftliche Ballonaufstiege zu unternehmen, doch es dauerte noch 11 Jahre, bis dieser Vorschlag verwirklicht werden konnte.

Luftschiffahrt.

Man spricht heute meist von einem „lenkbaren Luftschiff“, bedenkt dabei aber nicht, daß in dieser Bezeichnung ein Unsinn liegt; denn es ist selbstverständlich, daß ein Schiff lenkbar sein muß. Hat es seine Steuerfähigkeit verloren, dann ist es eben ein Wrack. Andere sprechen, wenn sie ein Luftschiff meinen, von einem „Motorballon“. Doch auch das ist ein Fehler; denn nur ein elektrisch betriebenes Luftschiff kann man ein Motorluftschiff nennen. Einen Motorballon gibt es aber heute überhaupt nicht, denn das Wort Ballon setzt voraus, daß die Form des gastragenden Körpers ballförmig ist. Die einzig richtige Bezeichnung für die Fahrzeuge von Zeppelin, Groß, Parseval usw. ist: Luftschiff.

Das erste Luftschiff wurde im Jahre 1784 von dem damaligen französischen Ingenieur-Offizier, dem späteren berühmten General Meusnier entworfen. Meusnier gab dem Fahrzeug eine längliche Form und ließ es durch drei Luftschrauben von Handkurbeln aus bewegen. Lange galten die Meusnierschen Pläne für verloren, bis sie unlängst in den Beständen des Großen-Generalstabs in Berlin wieder ans Licht kamen[1]). Es ist eine stattliche Reihe von bunten Plänen, Zeichnungen und Konstruktionen, in denen Meusnier alle, auch die kleinsten Einzelheiten, sorgfältig aufgezeichnet hat. Selbst eine transportable Ballonhalle ist von ihm vorgesehen worden. Meist nimmt man an, die Pläne seien im Jahre 1793 entstanden. Dies kann jedoch aus zwei Gründen nicht richtig sein, denn einmal stand Meusnier in diesem Jahre — seinem Todesjahr — bei der Rheinarmee im Felde, andererseits wird schon in Pariser Zeitungen vom Jahre 1783 über Meusniers Projekt berichtet: „Diese Maschine wird, wenn sie zu einem gewissen Grade der Vollkommenheit gestiegen ist . . . in der Staats- oder Kriegskunst große Veränderungen hervorbringen. Daß sie einem Staate nützlich und nachteilig sein könne, beweist die Sorgfalt, mit der sie am französischen Hof zur Vollkommenheit betrieben wird.“

Auch im Druck erschien bereits im Jahre 1784 ein roher Entwurf zu einem Luftschiff. C. G. Kratzenstein veröffentlichte damals in Leipzig ein französisches Buch über die Kunst der Luftschiffahrt, worin ein Luftschiff mit länglichem Gaskörper dargestellt wird, das durch eine Luftschraube fortbewegt werden soll. Es

ist höchst merkwürdig, daß man diese Schrift bisher nicht beachtet hat[2]). Kratzenstein schlägt vor, ein Luftschiff zu erbauen, das die Form von Abbildung 129a haben soll. Der Durchmesser des Fahrzeuges soll etwa $^1/_4$ der Länge betragen. Wäre die Länge 167 Fuß, so betrüge der Durchmesser 41 Fuß. Als Material schlägt Kratzenstein die Verwendung von dünnem, verzinktem Eisenblech vor. In der Gondel des Fahrzeugs soll ein Ruderrad (Roue à rames), d. h. eine vierflügelige Luftschraube angebracht werden, die mit der Hand an zwei Kurbeln in Drehung versetzt werden soll (Abbildung 129b). Das Steuer des Fahrzeugs ist gleichfalls an der Gondel (rechts) angebracht. Sicherlich gehören die Ausführungen von Kratzenstein zu den besten Arbeiten, die überhaupt über Luftschiffahrt geliefert wurden.

Auch die dem Fischkörper nachgebildete, heute allgemein gebräuchliche Form des Gaskörpers läßt sich schon im Jahre 1784 zweimal nachweisen. Einmal ist es ein etwas stark phantastischer

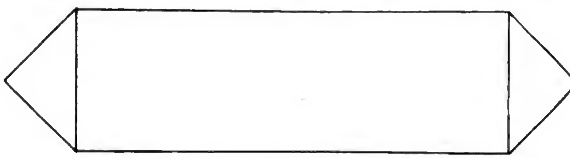


Abb. 129a. Entwurf eines starren Luftschiffs von Kratzenstein, 1784.

Entwurf von Joseph Patinho, einem Spanier, das andere Mal findet man den Fischballon in einer in Genf erschienenen Druckschrift[3]).

Man sollte meinen, daß, da man nun sogleich nach der Erfindung der Luftballons schon den Fischballon und seine Fortbewegung durch Luftschrauben erfunden hatte, in dieser Richtung Versuche angestellt worden seien. Das ist aber keineswegs der Fall; vielmehr finden wir über ein halbes Jahrhundert hindurch nichts als Entwürfe, von denen einer meist ungeheuerlicher war als der andere. So hinterlegte im Jahre 1799 Jakob Kaiserer in Wien beim Universitätsarchiv seine Idee, Luftballons durch vorgespannte Adler fortbewegen zu lassen[4]). 1833 entwarf Laczynski ein riesiges Luftschiff, gegen das selbst die Zeppelinschen Luftschiffe klein genannt werden müssen[5]). Zwei Jahre später war in London ein Ungetüm ausgestellt, das sich durch klappenförmig angeordnete Ruder fortbewegen sollte. Man gründete sogar eine „Europäische Luftschiffahrts-Kompagnie", um mit diesem Fahrzeug weite Reisen zu unternehmen. Im Jahre 1850 projektierte Julien in Paris wieder einmal ein fischförmig gebautes Luftschiff, und im gleichen Jahre trat Petin in Paris mit einem riesenhaften Luftschiff hervor, wobei der große mit Maschinenhäusern und Salons be-

deckte Schiffskörper von ungeheuer großen Kugelballons getragen werden sollte.

Im gleichen Jahre kam auch der erste Aufstieg eines Luftschiffs zustande. Bell in London hatte sich ein kleines Luftschiff erbaut, das er mit Hilfe einer vor der Gondel angebrachten Luftschraube durch seine eigene Körperkraft fortzubewegen gedachte. Bell hatte nicht berechnet, daß seine Kräfte dazu bei weitem nicht ausreichen konnten.

Zwei Jahre später erbaute Henry Giffard in Paris das erste Luftschiff, das durch die Kraft einer Maschine bewegt wurde. Der Tragkörper hatte eine Länge von 44 m, einen Durchmesser von 12 m und einen Inhalt von 2500 cbm Gas. Eine lange, unter dem Tragkörper herlaufende Schiene trug eine kleine Gondel, die

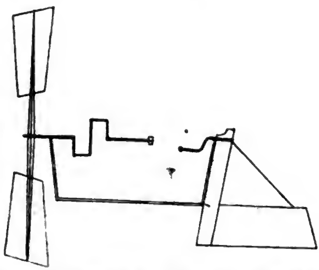


Abb. 129b. Schematische Darstellung der Gondel des Luftschiffs von Kratzenstein mit Luftschraube und Steuer, 1784.

Schraubenwelle und das Steuer. Mit dieser Schiene war der Tragkörper durch ein Netzwerk verbunden (Abb. 130a). Als Betriebsmaschine diente eine Dampfmaschine von 3 P. S., die dem Fahrzeug am 23. September 1852 bei völliger Windstille eine stündliche Geschwindigkeit von 7—11 km verlieh[6]). Die Einzelheiten des Fahrzeuges waren wohl durchdacht, und die Mängel, die sich bei der Fahrt ergaben, wurden vom Erfinder bei einem Neubau eines Luftschiffes umgangen. Dieses, in einer Länge von 72 m, einem Durchmesser von 12 m und einem Gasgehalt von 3500 cbm, war mit einer 4 P. S. Dampfmaschine ausgerüstet. Als sich das Fahrzeug im Jahre 1855 eben zur Probefahrt erhoben hatte, glitt der Gaskörper infolge der Schwere der daranhängenden Last aus dem Netzwerk heraus. Hierbei zerplatzte der Gaskörper und stürzte mit der Maschine und dem Netz zur Erde herab, wobei Giffard und sein Gefährte nicht unerheblich verletzt wurden. Dieser Mißerfolg schreckte die Konstrukteure von weiteren Versuchen ab.

Wie so oft in der Geschichte, gaben kriegerische Ereignisse die Veranlassung, sich mit einer außergewöhnlichen technischen Konstruktion ernstlich zu beschäftigen. Als bei der Belagerung von Paris mit Hilfe der Ballonschiffahrt eine dauernde Verbindung zwischen der belagerten Hauptstadt und dem übrigen Frankreich zustande gekommen war, als selbst Gambetta Paris im Luftballon verlassen hatte, um die Regierung von Tours aus zu leiten, erkannte man an leitender Stelle, daß es notwendig sei, auch mit dem Luftballon in das belagerte Paris hinein zu gelangen. Die mitgeführten Brieftauben allein genügten zur Rückverbindung nach

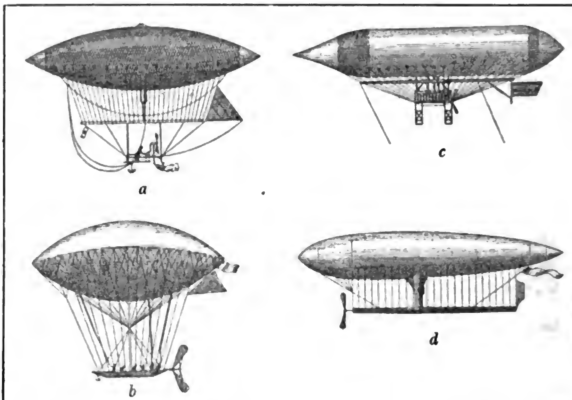


Abb. 130. Luftschiffe. a) Giffard, 1852; b) Dupuy de Lôme, 1872; c) Haenlein, 1872; d) Renard und Krebs, 1884.

Paris nicht, und da die Versuche, mit Luftballons in Paris zu landen, gescheitert waren, so beauftragte das Kriegsministerium einen bewährten Marinekonstrukteur, Dupuy de Lôme, ein Luftschiff zu erbauen. Dieser Auftrag war in der belagerten Hauptstadt nur unter den größten Schwierigkeiten ausführbar; dennoch ging Dupuy de Lôme mit größtem Eifer an die Arbeit. Doch ehe das Fahrzeug fertig war, hatten die siegreichen deutschen Waffen dem Kriege ein Ende gemacht. Erst am 2. Februar 1872 stieg das Luftschiff auf[1]). Das Fahrzeug hatte einen Gaskörper von 36,2 m Länge, 14,84 m Durchmesser und 3454 cbm Inhalt (Abb. 130b). Das Steuer saß am Gaskörper. Die Gondel, in der acht Mann mittels Handkurbeln eine zweiflügelige Luftschraube drehten, hing tief unter dem Ballon-

körper. Dupuy de Lôme verwendete bei diesem Luftschiff zum erstenmal das Ballonet, um durch Aufblasen desselben den Gasdruck regeln zu können, so daß der Gaskörper stets mit praller Form gegen den Wind anfahren konnte. Für Kriegszwecke hätte dieses Luftschiff genügt, obwohl seine Eigenbewegung nur 2,5 m in der Sekunde betrug.

Inzwischen hatte der aus Mainz gebürtige Ingenieur Paul Haenlein auf Grund eines im Jahre 1865 in England genommenen Patents ein Modell eines Luftschiffes erbaut. Die Länge des Fahrzeuges maß 11,8 m, der Durchmesser 4 m, so daß der Gasinhalt etwa 112 cbm ergab. Das Eigenartige an dem Fahrzeuge war seine Betriebsart. Haenlein verwendete nämlich, wie wir bereits in dem Kapitel über Gasmaschinen hörten, zur Umdrehung der Luftschraube eine eigens zu diesem Zwecke konstruierte liegende Gasmaschine, die aus dem Gastragkörper gespeist wurde. Um den Gasverlust im Tragkörper auszugleichen, verwendete Haenlein ein Ballonet. Später verlegte Haenlein seine Wirkungsstätte nach Österreich und führte hier seine Pläne im Großen aus. Die Schwierigkeiten, mit denen er zu kämpfen hatte, schildert er in nachstehendem Schreiben:

„Die ersten Experimente wurden mit der Maschine und dem Kühler allein vorgenommen und zu diesem Zwecke die komplette Gondel samt Maschine auf ein Untergestell fixiert. Es zeigte sich dabei, daß der Kühler vollkommen entsprechend funktionierte; die Maschine war zu wiederholten Malen länger als eine Stunde ununterbrochen in Betrieb und wurden die Zylinder nicht so heiß, als die in einer Funktion sich befindliche Dampfmaschine. Die Wirkung der Kühler an dem Ballon würde ohne Zweifel noch erhöht worden sein, wenn sie beständig von der Luft durchstrichen. Die Quantität des Kühlwasserverbrauchs betrug pro Stunde 10—12 kg. Der Gasverbrauch für die vier Zylinder stellte sich auf 6,5—7 ccm, welcher Konsum dem der gewöhnlichen Lenoirschen Gasmaschine von 2 ccm pro Stunde und Pferd entspricht. Bei der Erbauung des Luftschiffes war es natürlich beabsichtigt, die ersten Experimente in Wien anzustellen; als es jedoch durch besondere Umstände unmöglich wurde, das zur Ballonfüllung nötige Gas in Wien zu bekommen, so war man zum Auswandern genötigt und wählte Brünn als den nächsten passenden Ort, woselbst in günstiger Lage eine Bauhütte errichtet und der Ballon gefüllt werden konnte. In Brünn war jedoch zur Zeit, als der Ballon gefüllt wurde, das Gas um 11 Proz. schwerer als in Wien, und da die Brünner Gasfabrik, in Anbetracht der vorgerückten Jahreszeit und des bedeutenden Konsums in der Stadt, ein leichteres Gas speziell nicht fabrizieren konnte, so mußte man sich zu einer Entlastung der Gondel entschließen, als die ohnehin geringe Steigkraft des Brünner Gases, durch ein längeres Verweilen in dem Ballon, bevor man zu den Experimenten schritt, noch um etwas verringert war. Der Ball selbst erwies sich als exzellent ausgeführt; der tägliche Gasverlust war verschwindend

klein. Um bei dem oben angeführten schweren Gase noch die nötige Steigkraft zu bekommen, wurden die großen Kühler entfernt und durch kleinere Notkühler ersetzt, die Stoßpuffer und das vordere und hintere Geländer der Gondel abgenommen; derart erleichtert, konnte der Ballon noch zwei Personen tragen, und zwar waren während der Experimente der Maschinenführer beständig, und der Präsident der Gesellschaft und ich abwechselnd in der Gondel. Um bei der Montierung des Ballons unabhängig von Wind und Wetter zu sein, wurde eine Hütte in einer solchen Größe gebaut, daß der Ballon darin vollständig montiert und im montierten Zustande, in horizontaler Richtung, ins Freie gebracht werden konnte. Nachdem nun für das Experiment alles vorbereitet, wurde der Ballon an seitlich herabhängenden Stricken ins Freie gezogen und dann etwa auf eine Höhe von 40—60′ steigen lassen. Nun wurde die Maschine in Bewegung gesetzt, und alsbald konnte man eine Bewegung in der Richtung der Längenachse des Ballons wahrnehmen, die sich bald derart steigerte, daß die ihn an Stricken lose haltenden Leute kaum mehr zu folgen vermochten. Die Fahrten des Ballons erstreckten sich zwar nur auf eine Länge von etwa 600 m in jeder Richtung (mit dem Winde und gegen den Wind), aber selbst diese kurze Strecke genügte, um die Praktikabilität des ganzen Apparates zu konstatieren. Durch verschiedene Stellungen hat man ebenfalls, wie bei dem Schiffe, eine geradlinige oder eine Bewegung im Kreisbogen erreicht. Natürlich konnte die Einwirkung des Steuerruders nicht sofort bei Ingangsetzung der Maschine fühlbar werden, sondern erst, nachdem die Masse des Ballons beschleunigt und er selbst eine gewisse Geschwindigkeit, relativ gegen die umgebende Luft, angenommen; dann aber war die Wirkung des Steuerruders sofort zu erkennen. Die ersten Proben, die überhaupt mit dem Ballon vorgenommen wurden, gaben so viel und so vieles zu beobachten, daß weder Zeit noch Ruhe gefunden werden konnte, genaue Windmessungen, bei allzeitigen Geschwindigkeitsmessungen des Ballons und Notierung der Umdrehungsanzahl der Schraube vorzunehmen. Dies bezweckten auch die ersten Experimente durchaus nicht, man wollte nur sehen, wie der ganze Apparat in Funktion sich verhalte, und war sehr zufrieden, als der Ballon, aus der Hütte ins Freie gebracht, ohne irgendeine Abänderung seine ersten, wenn auch engbegrenzten Proben bestehen konnte. Die Maximalgeschwindigkeit, die der Ballon, bei voller Maschinenkraft, erreicht haben mochte, taxiere ich etwa auf 5 m pro Sekunde. Allerdings positive Beweise, daß eine solche Geschwindigkeit wirklich erreicht wurde, beizubringen, vermag ich nicht, denn ich habe weder die Ballongeschwindigkeit noch die Windgeschwindigkeit zur Zeit, als ich die Beobachtungen anstellte, gemessen; doch ich erinnere mich noch genau eines Umstandes, der mich die Geschwindigkeit so hoch taxieren ließ. Während an dem ersten Tage der Experimente fast Windstille herrschte, war an dem zweiten

Tage die Luft etwas bewegt und mochte der Wind von 2,5—4,5 m Geschwindigkeit pro Sekunde variieren; ich glaube kaum, darin irre zu gehen; der Rauch aus den benachbarten Kaminen konnte auch nicht einen Fuß aufsteigen, sondern wurde beim Verlassen des Kamins direkt rechtwinklig abgebogen und in fast horizontaler Richtung weitergeführt, was mich, gestützt auf die sehr häufigen Windmessungen, die in den vorhergehenden Wochen vorgenommen wurden, die Maximalgeschwindigkeit des Windes etwa auf 4,5 m taxieren läßt. In einem solchen Momente wurde von einem der Anwesenden und mir der Ballon beobachtet.

Da etwa 4,5 m die Geschwindigkeit des Windes, 0,7 m die absolute Geschwindigkeit des Ballons war, so mochte seine Eigengeschwindigkeit = 4,5 + 0,7 = 5,2 m pro Sekunde sein. Die Konstruktion der Maschine, 4 Kurbeln, je 2 einander gegenüberstehend und mit den anderen rechte Winkel bildend, sowie die Art und Weise der Aufhängung der Gondel an das Netz erwies sich vollkommen zweckentsprechend; die Vibrationen, durch den Gang der Maschine hervorgerufen, waren effektiv = 0; man konnte in der Gondel stehend effektiv nicht spüren, ob die Maschine in Ruhe oder in Bewegung war. Als, wie bekannt, diese Experimente bereits im Dezember vorigen Jahres stattgefunden und seitdem die Sache ruht, so dürften meine Mitteilungen vielleicht mit einem gewissen Mißtrauen aufgenommen und in Zweifel gezogen werden, ob die Erfolge obigen Berichten in Wirklichkeit entsprochen haben. Bei den Proben waren mehrere Mitglieder des Verwaltungsrates des Konsortiums anwesend, und sie alle sprachen sich beim Schluß der Experimente dahin aus, daß dieselben ein vollständig befriedigendes Resultat geliefert und ich mein Wort eingelöst: sie mußten wohl von dem Erfolge ebensosehr überzeugt gewesen sein, als ich es war, denn gleich mir sandten sie Siegesdepeschen nach allen Richtungen der Windrose. Es ist wichtig für mein Unternehmen, hier zu konstatieren, daß nicht etwa infolge unbefriedigender Resultate oder gar eines Mißerfolges, sondern nur einzig und allein infolge nachträglich entstandener Differenzen die Weiterführung des Unternehmens unterlassen wurde[8])."

Das Haenleinsche Luftschiff (Abb. 130 c) hatte eine Länge von 50,4 m, einen Durchmesser von 9,2 m und einen Fassungsraum von 2408 cbm[9]).

Im Jahre 1883 bauten die Gebrüder Albert und Gaston Tissandier, zwei Pariser Elektrotechniker, ein elektrisches Motorluftschiff von 28 m Länge, 9,2 m Durchmesser und 1060 cbm Gasraum. Die sehr kleine Gondel hing tief unter dem Gaskörper am Netzwerk. Sie trug 24 große galvanische Elemente, die eine Siemenssche Dynamomaschine von 1,3 P. S. antrieben. Dieser Motor war mit einer zweiflügeligen Luftschraube von 2,85 m Durchmesser verbunden Am 8. Oktober 1883 stieg dieses Luftschiff zum erstenmal

auf und brachte es in einer halbstündigen Fahrt auf eine Eigengeschwindigkeit von 2,5 m in der Sekunde.

Mit dem Tissandierschen Versuch schließt die erste Periode der Geschichte der Luftschiffahrt ab. Es war erwiesen, daß es möglich sei, mit einem durch Maschinenkraft bewegten Luftschiff gegen mäßigen Wind anzufahren. Wie die Pilze nach lauem Regen, so schossen nach den Versuchen von Haenlein, Dupuy de Lôme und Tissandier die Pläne zu neuen Luftschiffen aus der Erde. Jedermann entdeckte in sich plötzlich ein Erfindertalent auf aeronautischem Gebiet. Wer die geringste Sachkenntnis besaß, schätzte seine Erfindung am höchsten ein. Wenige Tage nach dem Versuch von Tissandier meldete auch Hermann Ganswindt in Schöneberg-Berlin ein Patent auf ein Luftschiff an. Es war nicht besser und nicht schlechter als hundert andere papierene Luftschiffe jener Zeit, dennoch maßt sich Ganswindt bis zum heutigen Tage die Bezeichnung „Urerfinder des lenkbaren Luftschiffs" an. Schade, daß ihm jahrelang riesenhafte Summen zur Verfügung gestellt wurden, für die er bis heute nicht das Allergeringste für die Entwicklung der Luftschiffahrt geleistet hat. Wirkliche Erfinder — man denke nur an Zeppelin — hätten das Geld gut gebrauchen können[10]).

Die zweite Periode in der Geschichte der Luftschiffahrt beginnt mit den Arbeiten der französischen Militärluftschifferschule zu Meudon. Die Offiziere Charles Renard und Krebs erbauten dort im Jahre 1884 ein elektrisches Motorluftschiff, mit dem zum erstenmal eine längere Reihe von Versuchen unternommen wurde. Das Fahrzeug hatte einen Gaskörper von 50,42 m Länge, 8,4 m Durchmesser und 1864 cbm Inhalt. Die Form des Gaskörpers war eine neue, vorne kurz abgestumpft, nach hinten spitz zulaufend. Der Gaskörper war durch das Netzwerk mit einer fast unter der ganzen Länge des Luftschiffs hinführenden Gondel verbunden. In der Gondel stand ein Elektromotor von 9—12 P. S., der von einer Akkumulatorenbatterie betrieben wurde. Die Luftschraube saß am vorderen Ende der Gondel, während das Steuer am hinteren Ende saß. Am 9. August 1884 stieg das Luftschiff zum erstenmal auf und kehrte nach 25 Minuten wieder zu seinem Ausgangspunkt zurück. Insgesamt wurden mit ihm bis zum 23. September 1885 sieben Fahrten gemacht, von denen fünf wieder zum Aufstiegsplatz zurückführten. Bei einer Fahrt trat eine Störung an der Maschine auf, und bei einer anderen war der Wind stärker als die etwa 6,4 m in der Sekunde betragende Eigenbewegung des Motorluftschiffs (Abb. 130 d). Wären diejenigen Personen, die von der Regierung aus die Mittel für die Versuche zur Verfügung gestellt hatten, weiter in ihren Ämtern geblieben, so hätten Renard und Krebs die Versuche fortsetzen können. So aber gingen ihnen die Mittel aus; es wurden, wie wir heute wissen, mindestens 15 Jahre für die Einführung der Luftschiffahrt versäumt[11]).

In Deutschland baute der Buchhändler Hermann Wölfert aus

Leipzig im Jahre 1887 ein Luftschiff für militärische Zwecke. Es hatte einen Gaskörper von 34 m Länge, 10 m Durchmesser und 1456 cbm Inhalt. Als Betriebskraft diente ein Elektromotor von 7—12 P. S.[12]). Später baute Wölfert ein neues Luftschiff, dessen Gaskörper nur 28 m lang war. Der Durchmesser betrug 8,5 m und der Inhalt 875 cbm. Als Betriebskraft diente eine Benzinmaschine von etwa 8 P. S. Im Jahre 1896 stellte Wölfert sein Fahrzeug auf der Berliner Gewerbeausstellung aus und unternahm von dort aus am 28. und 29. August auch Probefahrten, die den Beweis für eine ziemlich schnelle Vorwärtsbewegung und eine gute Steuerfähigkeit des Fahrzeugs boten. Außer der zweiflügeligen, mit der Betriebsmaschine direkt gekuppelten Luftschraube zum Vor-



Abb. 131. Dr. F. H. Wölferts Luftschiff bei seinem Aufstieg am 6. März 1897.

wärtsbewegen des Luftschiffs, war unter der Gondel noch eine gleiche Schraube angebracht, um das Fahrzeug auf- oder abwärts zu bewegen. Nach verschiedenen Aufstiegen erhob sich das Luftschiff am 12. Juni 1897 wiederum vom Tempelhofer Feld bei Berlin in die Höhe. Über diesen unglücklichen Aufstieg wird am folgenden Tage berichtet[13]): „Bei einer Ballonfahrt auf dem Tempelhofer Felde ist gestern der Luftschiffer Dr. Wölfert mit seinem Gehilfen, dem Mechaniker Knabe, in entsetzlicher Weise ums Leben gekommen. Dr. Wölfert hatte bekanntlich im vorigen Jahre auf der Gewerbeausstellung im Vergnügungspark einen Pavillon errichtet, in welchem er gegen Entree den von ihm erbauten angeblich lenkbaren Luftballon zeigte. Während der Gewerbeausstellung ist W., dem es an Geld fehlte, um den Ballon richtig füllen zu lassen, nicht aufgestiegen. Erst Anfang des nächsten Jahres fand er einen Kapitalisten, der eine größere Summe vorstreckte. Nun trat der Aeronaut mit der Militärluftschiffer-Abteilung in Berlin in Verbindung,

um dort den Ballon mit Wasserstoffgas füllen zu lassen. Im Mai 1897 unternahm Wöltert eine Probefahrt nach Friedenau-Steglitz, mußte sich aber schon in der Nähe des ersten Vororts herunterlassen, weil der eine Aluminiumflügel gebrochen war. Das entmutigte Dr. Wölfert aber nicht. Kurze Zeit darauf befand sich das etwa 28 m lange und 8,5 m breite, in Zigarrenform gebaute Luftschiff wieder auf dem Kasernenhofe der Militärluftschiffer-Abteilung und die Vorbereitungen zur Füllung nahmen von neuem ihren Anfang; 875 cbm Wasserstoffgas sollten dazu verwendet werden. In der 4 m langen und 2 m breiten Gondel des Fahrzeugs befanden sich zwei je 1,80 m lange und 42 cm breite Aluminiumflügel. An dem Vorderbau der Gondel war ein 2 m langes Steuer aus Bambusrohr angebracht. Die Füllung selbst und die Vorbereitungen zur Fahrt wurden durch Mannschaften der Militär-Luftschiffer-Abteilung auf das Sorgfältigste ausgeführt. Der Aufstieg erfolgte am 12. Juni abends vom Tempelhofer Felde aus, wo sich viele Hunderte von Zuschauern eingefunden hatten. In der Gondel befand sich als Triebkraft der Flügel ein achtpferdiger Benzinmotor, mit einem Vorrat von 30 Litern Benzin. Als man die Maschine anzündete, schlugen aus den beiden Seitenkammern desselben Flammen heraus, doch das erschien den Luftschiffern unbedenklich, und die Auffahrt erfolgte. Der Ballon stieg sofort zu einer Höhe von etwa 800 m auf, um nach Rixdorf und von da zurück nach der Luftschifferkaserne zu fahren. Die Aluminiumflügel arbeiteten vorzüglich gegen den Nordwestwind. Schon hatte das Luftschiff die Tempelhofer Chaussee gekreuzt, als plötzlich, nach 5 Minuten Fahrt, eine gewaltige Flamme aus der Gondel emporschlug. Im nächsten Augenblick ertönte ein donnernder Knall und der Ballon bildete ein furchtbares Flammenmeer. Vom Winde getrieben, flogen die brennenden Überreste über die Ringbahn fort und fielen dicht an dem Bahndamm auf einen Zimmerplatz nieder. Die beiden Luftschiffer, furchtbar entstellt, wurden als verkohlte Leichen aufgefunden. Der Tod der Unglücklichen muß während des Fallens erfolgt sein[11]).

Wenige Monate später ereignete sich auf dem Tempelhofer Feld bei Berlin ein neuer Unfall eines Luftschiffs. Der im Jahre 1850 zu Kestztely geborene David Schwarz beschäftigte sich, da er als Holzhändler den ganzen Winter über in Ungarn in einer elenden Blockhütte wohnen mußte, um die Holzfällerarbeiten zu überwachen, seit mehreren Jahren mit dem Studium der Mechanik. Ein Buch brachte ihn auf den Gedanken, ein Luftschiff zu konstruieren. Mit seinen Plänen wandte er sich zunächst an Österreich, dann an Rußland. Dort kam man ihm so weit entgegen, daß er ein Aluminiumluftschiff bauen konnte, das sich auch bei zwei Probefahrten bei widrigem Winde als steuerfähig erwies. Die dritte Probefahrt, an deren Zurücklegung die Bedingung zur Übernahme des Luftschiffes geknüpft war, stand noch aus. Da wurde dem Erfinder von befreundeter Seite schwarz auf weiß der Beweis erbracht, daß er

nach geglückter dritter Tour als Spion festgenommen und irgendwo zum Verschwinden gebracht werden sollte. Spät nachts, im Novembernebel, blieb Schwarz allein noch im Werkhause und vernichtete sein Werk, machte die Versteifungen unbrauchbar, zerriß die Ballonets, durchlöcherte das Aluminiumdach, beschädigte die Motore und fuhr in aller Morgenfrühe, vermummt und verkleidet, mit falschem Paß aus Petersburg davon.

In den letzten Jahren hat man verschiedentlich versucht, das Verdienst des Grafen Zeppelin dadurch zu schmälern, daß man auf die Schwarzschen Aluminiumschiffe hinwies. Dem ist verschiedenes entgegenzuhalten. Schon im Jahre 1864 verwendete der Franzose d'Amécourts Aluminium zum Bau des Modells einer Flugmaschine, und eine englische Fabrik offerierte bereits 1882 aus Aluminium gebaute Dampfmaschinen für Luftschiffe [15]). Daß Schwarz und Zeppelin ziemlich gleichzeitig an die Verwendung von Aluminium zum Luftschiffbau dachten, liegt lediglich in dem damaligen rapiden Fall der Aluminiumpreise begründet. Während 1 kg Aluminium im Jahre 1854 die Summe von 2400 Mark kostete, war der Preis 10 Jahre später schon auf 160 Mark für das Kilogramm gesunken. 1889 kostete 1 kg des Metalls noch 38 Mark, während es im folgenden Jahre von Monat zu Monat so sehr im Preise fiel, daß es im Jahre 1891 nur noch 5 Mark pro Kilogramm kostete. Aber auch dieser Preis ging 1897 auf 2,50 Mark und 1900 auf 2 Mark für das Kilogramm herab [16]). Hat Schwarz also kein Verdienst um die Einführung des Aluminiums zum Bau der Luftschiffe, so kann man auch nicht einmal aufrecht erhalten, daß er der erste gewesen, der den Gaskörper aus Metall gemacht habe; denn, abgesehen von dem Kratzensteinschen Entwurf von 1784 (s. Abb. 129), hat schon Marey Monge in Paris 1843 einen Luftballon aus dünnem Messingblech erbaut. Wegen des großen Gewichtes der Hülle konnte dieser Ballon aber nicht aufsteigen.

Nach dem unglücklichen Ausgang der russischen Versuche wandte sich Schwarz nach Deutschland und fand bei der Luftschifferabteilung und beim Kriegsministerium für seine Pläne Unterstützung. Es kam zum Bau eines Luftschiffes aus Aluminium, dessen Gaskörper aus sehr dünnem Aluminiumblech hergestellt war. Die Länge des Fahrzeugs maß 47,5 m. Der Durchmesser schwankte zwischen 12 und 14 m. Der Gasinhalt betrug 3697 cbm. Als Betriebskraft diente eine 8 P. S. Benzinmaschine. Das preußische Kriegsministerium berichtet über das Luftschiff nach den Akten [17]): „Das Aluminiumluftschiff von Schwarz war ein nach einem bis in das kleinste Detail durchgerechneten Projekt genial erbautes Meisterstück moderner Metallarbeit, durch dessen Bau zunächst nachgewiesen war, daß derartige große und leichte Hohlkörper konstruktiv möglich seien, eine Tatsache, die mit Recht bisher angezweifelt war. Das Luftschiff war 41 m lang, der Durchmesser des zylindrischen Teiles betrug 13,5 m, der Kubikinhalt 3250 cbm. Die Hubkraft des Stückes

mit reinem Wasserstoffgas betrug 3300 kg, wobei es außer sich selbst noch eine Person und 130 kg Ballast zu heben vermochte. In dem mit dem Gerüst des Schiffes starr verbundenen Maschinenraum war der gleichfalls im wesentlichen aus Aluminiumlegierungen erbaute Daimler-Benzinmotor untergebracht. Derselbe hatte bei 400 kg Gewicht 10 bis 12 Pferdestärken. Durch Übertragung in Treibriemen wurden vom Motor die etwa 3 m große Schiffsschraube am hinteren Teil des Maschinenraumes sowie zwei kleinere, seitlich am Schiffskörper angebrachte Schrauben bewegt. Die große Schraube war mit ihrer Achse verschiebbar, wodurch die feinere Steuerung erfolgen sollte, während das Wenden des Schiffes durch Abstellen einer Seitenschraube erreicht werden sollte. Die Füllung des Luftschiffes nach einem vom Erfinder Schwarz ersonnenen Prinzip gelang in wenigen Stunden. Die Gasdichtigkeit erwies sich als ungenügend, wobei aber nicht bezweifelt werden soll, daß die Nähte der Aluminiumbleche gasdichter hergestellt werden könnten. Auch kann der Ballon, der zwei Jahre lang leer gestanden hatte, einige Löcher erhalten haben. Am 2. und 3. November 1897 wurde der Ballon in Berlin aus seinen Stützen gehoben und durch Mannschaften der damaligen Luftschifferabteilung auf das freie Feld geschoben. Das Wetter war nicht gerade günstig, Ostwind von 5 bis 6 m Sekundengeschwindigkeit. Als der Maschinenschlosser Jagels den Motor angehen ließ, traten sehr heftige Erschütterungen im ganzen Schiffskörper ein, so daß diese schon genügen konnten, die Treibriemen der Schraube zu lockern. Für wenige Augenblicke war das Schiff befähigt, solange seine drei Schrauben arbeiteten, dem Winde die Stirne zu bieten, also 5 bis 6 m Eigengeschwindigkeit zu entwickeln. Hierauf wurde auf Ansuchen Jagels das Luftschiff höher gelassen. Als hierbei die Maschine plötzlich aussetzte, erfaßte der Wind die Breitseite des Ballons, der nun ziemlich rapid unter erheblichen Schwankungen aufstieg. Jagels, der sich noch nie in einem freifliegenden Ballon befunden hatte, bewahrte seine Ruhe und vermochte für Sekunden den Motor in Gang zu bringen. Der Ballon, welcher inzwischen sich drehend vom Winde ziemlich schnell entführt wurde, kehrte unter dem Einfluß der Schrauben seinen Schnabel in den Wind, so daß alle Zuschauer den Eindruck gewannen, als würde er gegen den Wind ankämpfend zurückkehren. Indessen versagte in diesem Augenblick die Maschine abermals, angeblich weil die Treibriemen von den Wellen fielen. Das Luftschiff verschwand in den tiefliegenden Wolken, fiel aber sechs Minuten später hinter den Häusern Schönebergs zur Erde und wurde total zertrümmert. Jagels hatte, als er sah, daß die Maschine nicht mehr zu gebrauchen war, diese abgestellt und das Ventil geöffnet."

Inzwischen hatte sich Graf Ferdinand von Zeppelin längst mit dem kühnen Projekt befaßt, große starre Luftschiffe von riesigen Abmessungen zu bauen[18]). Seit dem Frühjahr des Jahres 1892 war der jetzt noch in Zeppelins Diensten stehende Ingenieur Kober

mit der Ausarbeitung der Berechnungen und Konstruktionspläne für Zeppelin beschäftigt. Im April 1893 begannen auf der technischen Hochschule in Stuttgart die Materialprüfungen zur Erbauung eines Luftschiffes, und die Daimler-Motorenfabrik in Cannstatt unternahm die Versuche zur Bestimmung der besten Abmessungen und Formen der Luftschrauben. Im Winter 1893/94 ging die bis dahin im politischen Interesse hinausgeschobene Patentanmeldung nach Berlin ab. Gleichzeitig wurde aber der Antrag gestellt, die Anmeldung auch fernerhin geheim zu halten. Auf Anregung des Kaisers trat dann eine Kommission zusammen, die am 10. März und 28. Mai 1894 die Zeppelinschen Pläne prüfte. Das Ergebnis dieser Prüfung war für Zeppelin denkbar ungünstig; es wurde allgemein behauptet, die Erbauung solch großer Luftschiffe sei unmöglich. Selbst im Verein Deutscher Ingenieure, wo Zeppelin einen Vortrag hielt, wurden seine Ausführungen nicht ernst genommen. Der Graf aber gründete eine Gesellschaft zur Erbauung eines Luft-

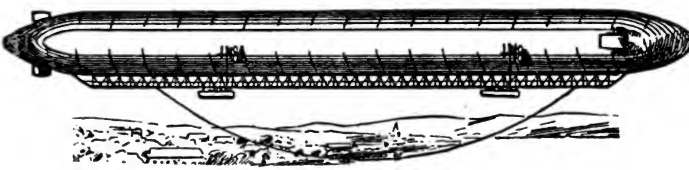


Abb. 132. Graf Zeppelins erstes Luftschiff vom Jahre 1900.

schiffes seines Systems und gab den größten Teil seines Vermögens als Betriebskapital her. Nach großen Schwierigkeiten kam das erste Fahrzeug zustande und erhob sich am 2. Juli 1900 vom Bodensee bei Friedrichshafen in die Luft. Der Aufstieg dauerte 18 Minuten. Ein zweiter Aufstieg am 17. Oktober währte 80 Minuten, und ein dritter Aufstieg, der vier Tage später unternommen wurde, endete nach 23 Minuten. Die Abmessungen des Fahrzeugs (Abb. 132) waren folgende: Länge 128 m, Durchmesser 11,6 m, Gasinhalt 11 300 cbm. In jeder der beiden Gondeln, die an einem langen, unter dem Luftschiff herführenden Gang angebracht waren, stand eine Daimlersche Maschine von 11,5 P. S. Jede Maschine bewegte zwei seitwärts des Luftschiffes liegende Luftschrauben[19]). Der offizielle Bericht über den Aufstieg vom 2. Juli sagt: „Das Luftschiff hat tadellos funktioniert, die Schraubenwirkung war sehr groß, ebenso die Stabilität und Steuerfähigkeit vorzüglich. Im ersten Teil der Fahrt gehorchte das Schiff völlig Steuer und Schrauben, so daß es gegen den Wind bequem gefahren werden konnte. Das Luftschiff beschrieb zunächst eine große, geschlossene Kurve. Völlig glückten die Versuche, die Stellung der Längsachse zur horizontalen zu ändern

und hierdurch die vertikale Bewegung des Ballons zu erzielen. Im zweiten Teile der Fahrt geriet ein Steuer in Unordnung, so daß nur mehr einseitige Steuerung möglich war. Graf Zeppelin mußte infolgedessen, um bei einem ziemlich heftigen Winde über der Seefläche zu bleiben, ein Vor- und Rückwärtsbewegen des Schiffes einleiten, welches das Fahren einer regelmäßigen Kurve verhinderte. Dieser Grund war es auch, der den Entschluß zur Landung herbeiführte, die unter allen Umständen auf dem See erfolgen mußte. Der aeronautische Führer Baron von Brassus beschloß infolgedessen die Landung, die in kurzer Zeit glatt und geschickt vollzogen wurde. Der Aufstieg hatte 18 Minuten gedauert. Die Gondeln des Ballons setzten völlig horizontal auf der Seeoberfläche auf, ohne irgendwie Wasser zu schöpfen, so daß der Ballon als riesiges Luftschraubenboot auf dem See in völligem Gleichgewicht schwamm. Die Fahrer blieben in den Gondeln, bis das Abfahrtsfloß herbeigebracht war. Hierauf wurde der Ballon entlastet und allmählich auf das Floß gebracht, das ihn in seine Halle so gut wie nicht beschädigt brachte.



Abb. 133. Zeppelins Luftschiff auf dem Bodensee, 1906.

Als der Ballon die Höhe von 500 m überschritten hatte, steigerte sich die Windgeschwindigkeit von 4 auf 8 m per Sekunde. Die zwei Daimler-Motoren arbeiteten vorzüglich. Sie werden durch Benzin gespeist. 90 l Benzin sind für jeden derselben vorgesehen, das Gewicht derselben beträgt 650 kg. Jeder Motor braucht stündlich 6 kg Benzin, mithin entspricht der Aktionsradius einer Arbeitszeit des Motors von 10 Stunden bei der gewöhnlichen Ladung von 60 kg Benzin für jeden. Bei einer Geschwindigkeit von 8,12 m in der Sekunde würde dies 288 km ergeben. Die Differenz zwischen Gewicht und Tragfähigkeit des Luftschiffes beträgt 1300 kg, ein sehr günstiges Verhältnis. Die Steuerung des 128 m langen Kolosses wird durch zwei Steuerpaare bewerkstelligt, von denen eines oben und unten, eines hinten, seitlich angebracht ist. Die vertikale Steuerung geschieht durch Verlegung des Schwerpunktes. Ein 100 kg schweres Laufgewicht kann an der unteren Schiene, an der die Gondeln hängen, vor- und rückwärts bewegt werden, desgleichen das (auf unserm Bilde deutlich erkennbare) 100 kg schwere Hängetau."

Am 17. Januar 1906 machte Graf Zeppelin mit einem zweiten Luftschiff seines Systems, das die gleichen Abmessungen, jedoch eine Maschinenkraft von zweimal 85 P. S. hatte, einen Aufstieg vom Bodensee aus. Dabei wurde das Fahrzeug so weit abgetrieben, daß es an ungeschützter Stelle landen mußte und in der nächsten Nacht vom Sturm zerstört wurde. Der Graf verlor aber nicht den Mut, sondern baute ein drittes Luftschiff, das schon am 9. Oktober 1906 aufsteigen konnte. Es hatte wiederum dieselben Abmessungen und auch die gleiche Maschinenkraft des zweiten Luftschiffes. Bei der zweistündigen Probefahrt erwies es sich als vollkommen sicheres Fahrzeug, das mit einer Eigengeschwindigkeit von etwa 15 m in der Sekunde fahren konnte (Abb. 133).

Mit diesem Erfolg hatte Zeppelin sich endlich Anerkennung verschafft. Es wurde ihm auf Kosten des Deutschen Reiches eine große schwimmende Ballonhalle auf dem Bodensee erbaut, von wo



Abb. 134. Zeppelins erfolgreiches Luftschiff vom Jahre 1908.

aus das Luftschiff mit verbesserter Steuerung am 30. September 1907 eine siebenstündige Fahrt unternahm. Sogleich schritt der Graf zur Erbauung eines vierten Luftschiffes (Abb. 134). Es erhielt eine Länge von 136 m, einen Durchmesser von 13 m und einen Inhalt von 15000 cbm. In jeder Gondel befand sich eine Maschine von 105 P. S. Nach einer Versuchsfahrt vom 20. Juni 1908 fuhr Zeppelin am 1. Juli ganz unerwartet in die Schweiz hinein und zeigte dort, daß er mit seinem Fahrzeug durch Täler hindurch und über gebirgiges Terrain hinauf und hinunter fahren könne. Zur Übernahme dieses Fahrzeugs seitens des Deutschen Reiches hatte Graf Zeppelin eine 24stündige Versuchsfahrt angeboten. Sie wurde am 4. August 1908 als ein wahrer Triumphzug den Rhein hinunter bis unterhalb Mainz angetreten. Nach einer kurzen Zwischenlandung, die an diesem Tage in der Nähe von Oppenheim infolge eines Maschinenfehlers nötig wurde, konnte das Luftschiff am gleichen Abend seinen Rückweg antreten. Es hatte am nächsten Tage bereits Stuttgart überflogen, als ein neuer Maschinenfehler auftrat und den Grafen zwang, in der Nähe von Echterdingen niederzugehen. Während man mit der Ausbesserung der Maschine beschäftigt war, erhob sich plötzlich ein heftiger Wirbelwind, riß das Luftschiff von seiner Verankerung los und trieb es in die Luft.

Durch elektrische Entladungen der Atmosphäre entzündete sich der Gasinhalt, die Ballonhüllen und Stoffüberzüge verbrannten, und das schwere Metallgerippe, das etwa dem Gewicht eines Schlafwagens gleichkommt, stürzte zur Erde herunter.

Selten ist ein Volk so von dem Unfall eines Einzelnen erschüttert worden, als Deutschland an jenem Tage. Niemals hat ein Erfinder eine derartige Teilnahme gefunden, wie Zeppelin. Bereits am Abend des 5. August waren in Deutschland über 1300000 Mark durch freiwillige Spenden zur Erbauung eines neuen Luftschiffes zur Verfügung gestellt worden. In wenigen Monaten standen dem Grafen 6096555 Mark zur Verfügung. Seinen Dank gab der Graf kurz darauf phonographisch [20]) ab:

„Die Fahrten meines Luftschiffes in das Herz der Schweiz und dann den Rhein hinunter nach Mainz und zurück über Stuttgart haben überall den Glauben erwachen lassen, das von mir verheißene sichere Durchfahren des Luftreiches sei der Erfüllung nahe.

Die gezwungenen Landungen während der Dauerfahrt und die schließliche Vernichtung des stolzen Fahrzeuges durch Sturmes- und Feuersgewalt haben das gewonnene Vertrauen nicht mehr zu erschüttern vermocht. — Ganz Deutschland, wie ein Mann entschlossen, die kostbare Errungenschaft festzuhalten, hat sich zu der Tat zusammengetan, durch opferfreudige Gaben mir die Vollendung des Begonnenen zu ermöglichen.

Wie traurig wäre es, wenn das begeisterte Hoffen zuschanden würde, wenn der herrliche Aufschwung, den das deutsche Volk in dieser Sache genommen, im Sande verlaufen müßte. — Gott sei Dank, wir brauchen diese Furcht nicht zu haben. Was Unkenntnis des wahren Sachverhaltes auch an Zweifeln verbreiten mag, die fachmännische Untersuchung und die wissenschaftliche Beurteilung aller Vorkommnisse bei den Fahrten bis zum tragischen Ende haben das Zutreffen meiner alten Annahmen in allen Hauptsachen nur zu bestätigen vermocht. Meine Luftschiffe werden bald zu den betriebssichersten Fahrzeugen zählen, mit welchen weite Reisen bei verhältnismäßig geringster Gefahr für Leib und Leben der Insassen ausführbar sind. Mit froher Zuversicht darf das deutsche Volk demnach annehmen, daß es sich mit seiner hochherzigen Spende einen gangbaren Weg zur wahrhaftigen Eroberung des Luftmeeres aufgetan hat, daß es bald im Besitz von Luftschiffen sein wird, die zur Erhöhung der Wehrkraft und damit zur Erhaltung des Friedens beitragen und in mancherlei Weise dem Verkehr, der Erderforschung und allerlei Aufgaben der Kultur dienen.

Wenn mir noch ein paar Jahre des Schaffens geschenkt werden, so werde ich das seltene hohe Glück haben, den vollen Erfolg einer bedeutsamen Erfindung, zu deren Werkzeug ich erkoren war, erleben zu dürfen. Am höchsten aber ist Gott dafür zu preisen, daß mein Schaffen mit seinen wechselvollen Schicksalen in der Seele

des deutschen Volkes eine allen gemeinsame und darum alle verbindende begeisterte Teilnahme wachgerufen hat.

Mein Werk konnte nur wachsen und reifen, weil ich ausreichende Bildung zum Begreifen der mir gestellten Aufgabe und die Lebensstellung sowie die Mittel besaß, um mir das Wissen und Können, die Geschicklichkeit und die Leistung von Gelehrten, Ingenieuren und von Arbeitern jeder Art vom Feinmechaniker bis zum Tagelöhner dienstbar zu machen. Alle waren unentbehrlich; aber je weniger Schule, Vorkenntnisse und Fertigkeit die verschiedenen Aufgaben erforderten, desto leichter waren die mit diesen Betrauten zu ersetzen. Nur selten war ein Wechsel notwendig, da das gesteckte Ziel alle ohne Unterschied des Stammes, der Lebensstellung, der religiösen und politischen Anschauung und des Besitzstandes zum stolzen, freudigen Zusammenwirken begeisterte; und alle haben auch — mit Ausnahme bisher des kapitalgebenden Unternehmers — Vorteil und Verdienst dabei gefunden. Nur mit solcher geordneten Verbindung der verschiedenen abgestuften Gaben und Kräfte war das hohe Ziel zu erreichen.

So stellt der Erfolg meines Unternehmens ein Bild dar dessen, was sich heute einmal wieder in der herzerhebendsten Weise in Deutschland vollzieht: Gleiches Wollen hat alle, Fürsten und Volk, reich und arm, alt und jung, zu gleicher Tat vereint, der die wertvolle Frucht nicht versagt bleibt.

Möchte die Freude des gesamten deutschen Volkes an seiner Tat es zu stets erneutem einigen Zusammengehen, ohne welches die ihm innewohnende Kraft niemals zur vollen Wirkung kommen kann, anfeuern, zum Nutzen und zum Heile des Vaterlandes!"

Die Einmütigkeit, mit der Deutschland den Grafen Zeppelin unterstützte, stellte das Land mit einemmal an die Spitze aller Staaten, die Luftschiffahrt trieben. Insgesamt wurden im Jahre 1908 von Deutschland 7974620 Mark aus öffentlichen Mitteln für Luftschiffe aufgebracht. An zweiter Stelle stand Frankreich mit 954000 Mark. Österreich folgte an dritter Stelle mit 106000 Mark und Großbritannien an vierter Stelle mit nur 105400 Mark zur Erbauung von Luftschiffen. Und doch hatte man gerade im Auslande seit der Zeit, daß Zeppelin sich mit der Luftschiffahrt praktisch beschäftigte, schon viele Versuche gemacht. Vor allem war es der in Paris lebende Brasilianer Alberto Santos-Dumont, der mit einem ungeheuren Aufwand von Mitteln die ganze Entwickelung der Luftschiffahrt seit dem Versuch von Renard und Krebs nochmals auf eigene Faust praktisch durchprüfte. Nach den verschiedensten Systemen baute er sich ein Luftschiff nach dem andern[21]). Mit seinem siebenten Luftschiff gelang es ihm am 19. Oktober 1901, den Eiffelturm zu umfahren und gegen den Wind zum Ausgangspunkt zurückzukehren. Sein Landsmann Severo, der es ihm gleichtun wollte, stürzte im Mai des folgenden Jahres in Paris mit seinem Luftschiff ab und blieb tot. Im Jahre 1903 stieg in London ein Luftschiff von

Spencer auf, und in Paris machten die Brüder Pierre und Paul Lebaudy am 8. Mai eine Fahrt mit dem in ihrem Auftrage von Ingenieur Julliot erbauten Luftschiff „Le Jaune“. Auch dieses Luftschiff hatte das Unglück, am 21. November zu scheitern.

Am 15. Februar 1905 stieg in London ein von Barton erbautes Luftschiff von 53,7 m Länge, und im folgenden Jahre trat der bayerische Major August von Parseval mit seinem Luftschiff an die Öffentlichkeit. Die Parsevalschen Luftschiffe sind unstarr, d. h. unter möglichst geringer Verwendung von Metall oder Holz angefertigt, damit sie sich im Kriegsfalle schnell verpacken und auf Wagen oder auf der Eisenbahn wegschaffen lassen. Am 26. Mai 1906 machte das erste Parsevalsche Luftschiff von Tegel bei Berlin aus seinen ersten Aufstieg. Es hatte eine Länge von 48 m und einen Durchmesser von 9 m. Der Gasinhalt betrug 2500 cbm. Die beiden, hinten und vorn in der Gashülle angeordneten Ballonets,

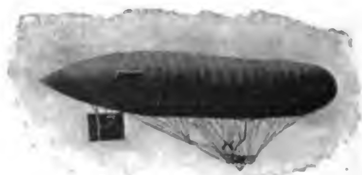


Abb. 135. Luftschiff Parseval II. 1908.

die dem Fahrzeug die pralle Form geben, werden durch einen mit der Betriebsmaschine verbundenen Ventilator aufgeblasen. Mit dem verbesserten Luftschiff machte Parseval im Jahre 1907 Versuchsfahrten. Im Jahre 1908 unternahm ein neues Parseval-Luftschiff insgesamt 21 Fahrten. Seine Abmessungen waren: Länge 58 m. Durchmesser 9,5 m, Inhalt 3800 cbm (Abb. 135). Die Maschine war ebenfalls größer als die des ersten Parsevalschen Luftschiffs; denn diese leistete 90 P. S., während die neue Maschine 114 P. S. leistete. Die von der Heeresverwaltung gestellten Bedingungen wurden von dem neuen Luftschiff erfüllt. Es blieb bei einer Dauerfahrt $11^1/_2$ Stunden in der Luft, bei einer Schnelligkeitsfahrt erreichte es eine Eigenbewegung von 14 m in der Sekunde, und die Füllung und Zusammensetzung des Luftschiffes auf freiem Felde vollzog sich in nur $4^1/_2$ Stunden, wäre aber von einer geübten Mannschaft sogar in 3 Stunden ausgeführt worden. Neuerdings sind Parseval-Luftschiffe in größeren und kleineren Abmessungen ausgeführt worden. Die großen Fahrzeuge haben einen Inhalt von 5600 cbm, die kleinen fassen 1600 cbm.

In Frankreich bewährte sich besonders das nach den Plänen des schon genannten Ingenieurs Julliot erbaute halbstarre Luftschiff „La Patrie“, und es wurden deshalb nach diesem System mehrere Fahrzeuge ausgeführt. La Patrie selbst riß sich am 1. Dezember 1907 von den Haltetauen los und wurde weit über England hinaus durch die Luft entführt, ohne daß man bisher je eine Spur von ihr wiedergesehen hätte.



Abb. 136. Französisches Militärluftschiff „Ville de Paris“.

Im Gegensatz zu Deutschland und Frankreich hat das auf seine Flotte so stolze England bis jetzt nichts in der Luftschiffahrt geleistet. Das im Jahre 1907 von dem amerikanischen Ingenieur Cody für die englische Militärverwaltung erbaute Luftschiff „Nulli secundus“, das eine Länge von 30 m und einen Durchmesser von 9 m hatte, konnte bei seiner Probefahrt im September nur 3 km in der Stunde zurücklegen. Im folgenden Monat wurde es vom Winde gänzlich zerstört.

An Stelle des verlorenen französischen Luftschiffes „La Patrie“ überwies der Millionär Deutsch de la Meurthe sein von dem In-

genieur Henri Kapferer erbautes Luftschiff „Ville de Paris“ der französischen Heeresverwaltung. Das Fahrzeug (Abb. 136) ist charakteristisch durch seine am hinteren Ende angebrachten Stabilisierungsballons. Es hat eine Länge von 62 m und einen Fassungsraum von 3200 cbm. Als Betriebsmaschine dient eine Benzinmaschine von 70 P. S., die eine zweiflügelige Luftschraube dreht. Das Fahrzeug wurde für die französischen Militärluftschiffe vorbildlich.

Der Kommandeur des preußischen Luftschifferbataillons, Hans Groß, erbaute in Verbindung mit dem Ingenieur Basenach ein halbstarres Luftschiff, das am 23. Juli 1907 zum erstenmal seinen Aufstieg machte (Abb. 137). Zu diesem Zwecke war bei der am 27. März 1886 gegründeten Luftschifferabteilung am 1. April 1907

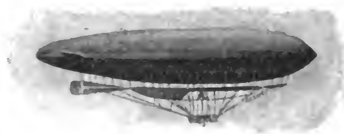


Abb. 137. Deutsches Militärluftschiff System Groß-Basenach.

eine Versuchskompagnie für Motorluftschiffahrt errichtet worden. Die erste größere Freifahrt, die über das Häusermeer von Berlin hinwegführte, unternahm das Luftschiff am 29. Juli. Am 13. September 1908 legte das Fahrzeug die Probe von seiner unbedingten Betriebssicherheit dadurch ab, daß es bei Nacht binnen 13 Stunden von Tegel nach Magdeburg und wieder zurückfuhr.

Die großen Erfolge der Deutschen in der Luftschiffahrt sind in den wenigen Jahren, die seitdem vergangen, zur Grundlage für eine heute schon ansehnliche Industrie geworden. Nicht nur, daß wir die besten Betriebsmaschinen für Luftfahrzeuge anfertigen; wir stellen heute auch den besten Stoff für die Hüllen her. Die Continentalwerke in Hannover lieferten sogar die Ballonhüllen für die französischen Luftkreuzer, z. B. für die Luftschiffe „Patrie“, „Ville de Paris“, „République“, „de la Vaulx“ und „Clément-Bayard“. Auch für unsere Luftschiffe System Parseval, Groß und Zeppelin und für viele in- und ausländische Flugmaschinen wird Continentalstoff verwendet.

Tauchapparate.

Die Geschichte der Versuche, unter die Meeresoberfläche zu gelangen, ist über 2000 Jahre alt. An dem geringen Verständnis für das Wesen der Luft jedoch hat es gelegen, daß man unter Wasser lange Jahrhunderte nicht weiter kam. Man kannte weder die Gesetze des Luftdrucks noch der Luftleere, weder die Zusammensetzung der Luft noch deren Bedeutung für den Atmungsprozeß.

Bereits Herodot, der Vater der griechischen Geschichtschreibung, berichtet uns 450 Jahre v. Chr., daß der Lazedämonier Skyllias aus Skione bei Aphetae ins Meer gestiegen sei „und nicht eher hervorgekommen, bis er bei Artemision war, also ungefähr einen Weg von 80 Stadien durch das Meer gemacht habe . . . Auf welche Art nun er von dannen gekommen, kann ich nicht mit Gewißheit sagen; wenn es aber so wahr ist, wie man erzählt, so muß ich mich sehr darüber wundern". Dieser Wasserkünstler wurde berühmt, weil er viel Gold und Silber, das die Perser bei ihrem Schiffbruch unweit Pylae verloren hatten, vom Meeresgrunde wieder hervorbrachte [1]).

Noch heute sind die griechischen Perlentaucher berühmt. Es ist möglich, daß Herodot eine wahre Geschichte berichtete. Den Griechen waren nämlich gewisse Apparate, um unter Wasser zu arbeiten, nicht unbekannt, denn der große Aristoteles erzählt [2]) hundert Jahre nach Herodot davon. Bei der Beschreibung der Elefanten erwähnt der Gelehrte nämlich, daß diese Tiere mit Hilfe ihrer aufgerichteten Rüssel in tiefem Wasser atmen könnten. Dabei vergleicht er den Elefantenrüssel mit den Hilfsmitteln zum Atmen unter Wasser, deren sich die Dauertaucher bedienten. An einer andern Stelle [3]) erwähnt Aristoteles eine andere Art von Tauchapparaten. Ganz klar ist die Beschreibung leider nicht, nur so viel erkennt man, daß es sich um Kessel handelt, die sich nicht mit Wasser füllen, sondern die Luft für die Taucher enthalten. Aus dem Umstande, daß Aristoteles ausdrücklich bemerkt, man dürfe die senkrechte Richtung des Kessels nicht verschieben, geht deutlich hervor, daß diese Kessel in ihrer Form einem umgestürzten Wasserglase glichen. Man kann die Schwierigkeit dieses Experiments in einer Waschschüssel versuchen, denn hält man den unteren offenen Rand des Glases im Wasser nur ein wenig schief, so entweicht sofort die Luft, und das Naß dringt in das Innere des Glases ein. Bei dem Experiment mit dem Wasserglase kann man auch noch

eine andere Erscheinung beobachten, die für Unterseeversuche große Schwierigkeiten mit sich bringt. Man wird nämlich mit Leichtigkeit bemerken, daß ein wenig Wasser stets von unten in das umgestürzte Glas dringt. Daraus folgt naturgemäß, daß sich die Luft im Innern des Glases zusammenpreßt. Je tiefer wir steigen, um so größer wird der Druck werden, und so erreichen wir auch selbst mit den modernsten Hilfsmitteln schon bei 40 m eine Tiefe, in der der Druck so gewaltig ist, daß nicht das beste Material, viel weniger unsere zarte Lunge standhält.

Philon aus Byzanz kennt[4]) ums Jahr 210 v. Chr. gleichfalls eine Art Taucherglocke, doch hört man nirgendwo im Altertum, wenn von Tauchern die Rede ist, etwas Besonderes über deren Geräte. Als Alexander Tyrus belagerte, schwammen die Taucher unter dem Wasser hin und rissen das Bollwerk ein, womit er den Hafen sperren wollte[5]). Livius berichtet[6]) von der Verwendung der Taucher zum Heben von Schätzen, und Lucanus[7]) erzählt, daß man auf den Schiffen Taucher halte, um die Anker zu lichten.

Nach den Versuchen des Altertums klafft in der Geschichte der Tauchapparate eine weite Lücke. Doch in der Volkssage lebte die alte Erfahrung fort und tritt uns im 12. Jahrhundert in fröhlicher Form wieder entgegen. Schon im Mittelalter liebte man, wie heute, die unterhaltenden Heldenromane. In einem der meistgelesensten, der den Titel „Salman und Morolf“ führte[8]), wird ums Jahr 1190 erzählt, wie Morolf, der alle listigen Künste kannte, dem König Salman — gleichbedeutend mit dem weisen biblischen Salomon — in einem Unterseeboot entwischte. Das alte deutsche Volksbuch erzählt, wie Morolf dem Könige, der Königin und 12 heidnischen Kaplänen einen recht unartigen Streich gespielt hatte. Diesen Streich sollte Morolf mit dem Leben bezahlen, jedoch dieser hatte sich ein „schiffelîn“ angefertigt, dessen lederne Wände mit Pech verdichtet waren, und auf ihm fuhr er ins Meer hinaus. Dort sang er ein Spottlied, so laut, „daz dî burg nach im erhal“. Der König sandte eine Flotte aus, um Morolf zu fangen. Nun schildert uns der Dichter einen Tauchversuch, der Jahrhunderte später von dem großen Astronomen Halley erst wieder als Verbesserung aufgebracht wurde:

Nu ist vmb habet Morolff der degen
Er musz mit grossen listen
Fristen sin leben.
Da Morolff das irsach (= ersah),
Das er mit fier und czwentzig (= 24) gallenen (Galeeren)
Nu ober vmb habet was.
Er det in sîne liste kunt:
an ir aller angesicht
senckt er sich nider ûff den grunt.
Eyn rôre in daz schiffelin ging,
dâ mit Morolff den âtem ving.



Abb. 138. „Wie Alexander sich in einer Glastonne ins Meer senken läßt.“
Miniaturmalerei von etwa 1320.

Morolf hatte also den Luftschlauch (eyn rôre) zum Tauchapparat erfunden, und der Dichter nimmt an, daß sein Held 14 Tage lang unter Wasser bleiben konnte, weil er ja durch den Schlauch ständig frische Luft bekam. Wie ich schon sagte, hat Halley erst im Jahre 1716 den Schlauch der Tauchapparate bekannt gemacht,

und doch ging er von der Volkssage unter die geheimen Künste der Kriegsbaumeister des Mittelalters über.

Oft liest man, der gelehrte Franziskanermönch Roger Baco, der wegen seines physikalischen Wissens hart verfolgt wurde, habe um die Mitte des 13. Jahrhunderts ein Tauchboot gekannt. Tatsächlich sagt Baco[9]) jedoch nur: „Man kann Instrumente zum Gehen auf dem Wasser herstellen sowie zum Tauchen ohne irgendwelche Gefahr, wie Alexander der Große solche Vorrichtungen herstellen



Abb. 139. Darstellung aus dem Alexanderroman, wie sich der König in einer Glaskugel ins Meer hinabsinken läßt.

ließ.“ Baco meint also hier die doppelwandigen, luftgefüllten Taucherstiefel und den im damals berühmten Romane des Königs Alexander angenommenen gläsernen Tauchapparat. Dieses gläserne Gefäß findet man schon in der deutschen Sage als „Wasserhaus“, und in Goethes „Faust“ gaukelt Mephistopheles mit der „prächt'gen Wohnung in der ew'gen Frische“ dem Kaiser gleichfalls ein solches Unterwasserfaß vor[10]). Sowohl in einer Brüsseler, als in einer Berliner Handschrift des Alexanderromans sieht man eine phantasievolle Darstellung, wie Alexander in einer großen Glastonne

ins Meer taucht[11]). In Abb. 138 erkennen wir das Meer mit den verschiedensten Arten von Fischen. In der Mitte des Bildes schwimmt ein großer Walfisch. Tief unten auf dem Meeresgrunde wachsen Bäume, und vierfüßige Tiere laufen nach der Meinung mittelalterlicher Schulweisheit in den Meerwäldern herum. Selbst an Menschen fehlt es, wie wir sehen, dort unten nicht. Die beiden Gestalten in der linken unteren Ecke des Bildes sind gerade damit



Abb. 140. Der König beobachtet auf dem Boden des Meeres die Fische und Meerungeheuer.

beschäftigt, zwei Fische zu verzehren, und zahm steht ein Hund vor ihnen, um auch einen Brocken abzubekommen. Oben auf den Meereswogen schwimmt ein kleines Schifflein. Zwei Würdenträger in vollem Putz sitzen darin und halten mit bedächtigen Mienen starke Doppelseile fest, die in die Tiefe des Meeres hinabführen. Unten sind die Seile durch die Ösen einer großen Glastonne gezogen. Die Tonne hat ein besonders großes, verschließbares Loch, durch welches man in das Innere hineinsteigen kann. Wir sehen den König Alexander im prunkenden Gewand mit Zepter und Krone auf einer

Bank sitzen. Damit er in der Tiefe etwas sehen kann, hängen neben ihm zwei Lampen.

Auch in einer Handschrift der Weltchronik des Rudolf von Ems[12]) aus dem Jahre 1350 sehen wir ähnliche phantastische Tauchapparate, in denen der König ins Meer hinabsteigt. In Abb. 139 hält die Königin selbst die Kette, an der die gläserne Tauchkugel befestigt ist. Hinter der Kugel erkennt man einen riesigen Fisch, und mit dem König sind sogar Tiere ins Meer hinabgetaucht. Wohl



Abb. 141. Der König entsteigt der Taucherkugel (Abb. 139—141 von etwa 1350).

wegen der Enge des Raumes hat der Hahn sich auf den Kopf des Hundes setzen müssen.

In der zweiten Abbildung (140) ist der König mit seinem Tauchgerät auf dem Meeresboden angekommen. Ein riesiger Fisch mit spitzen Ohren, kleinere Fische, eine Qualle mit menschlichem Kopf und ein Fisch mit dem Kopf eines Hundes umschwimmen das Tauchgerät mit großer Neugierde. Aber auch die den König begleitenden Tiere schauen erstaunt aus ihrem Glashaus heraus, und der Hahn hebt gar zu krähen an. Das Schiff, von dem aus der König

herabgelassen wurde, ist inzwischen weiter gefahren, denn die Kette des Tauchgeräts hängt schlaff über den Meeresboden hin.

Im dritten Bilde (Abb. 141) verläßt der König auf eine ebenso merkwürdige als einfache Weise sein Glashaus: er steigt nach der naiven Darstellung des Malers aus einem schmalen Spalt der Kugel hervor und erzählt seinen erstaunten Rittern, was er dort unten in fürchterlicher Tiefe gesehen habe.

Selbst in frühe Druckwerke ist die Darstellung vom Tauchversuch des Königs Alexander übergegangen. Abb. 142 zeigt den Tauchversuch nach einer im Jahre 1488 zu Straßburg erschienenen Druckausgabe des Alexanderromans[13]). Auch 1514 findet man eine ähnliche Darstellung in einer andern Druckausgabe des gleichen



Abb. 142. Taucherkasten, nach einem Holzschnitt von 1488.

Werks. Zu unserer Abbildung sagt der gedruckte Text, der König mache den Tauchversuch: „dz ich messen vn durchgrunde wolt die tieffe des moeres. auch darin saehen vn erfaren die wilde moerwunder. Der selb gedanck ließ mich weder ruen noch rasten vn zwang mich so sere dz ich jm nit mocht widersteen.“ Deshalb berief der König die besten Sternseher und Geometer, die er hatte, und auch die Meister der Alchemie zu sich und bat sie, eine Truhe zu machen, durch die man hindurchsehen könne „veste vn starck dz sy nit leicht zerproche möcht werde“. Das taten denn auch die Meister und machten einen Kasten, mit Eisen gebunden und mit gesalbten Ochsenhäuten überzogen. Darin waren viele Fenster wasserdicht eingesetzt, und Speise und Trank nahm der König mit sich. An einer langen eisernen Kette versenkten ihn seine treuen Ritter 30000 Klafter tief in das Meer „occeon“. Dort sah er mancherart Gestalten, gebildet wie die Tiere der Erde, und Meer-

wunder, „die so wild waren vn sich so grausamlich stalten, dz kan ich nit gesage“.

In den Bilderhandschriften der mittelalterlichen Ingenieure findet man die Tauchapparate seit Anfang des 15. Jahrhunderts. Als einer der ersten beschreibt Konrad Kyeser von Eichstädt in seiner in Göttingen befindlichen Handschrift[14]) vom Jahre 1405 Taucheranzüge. In einer seiner Abbildungen sieht man die Begegnung zweier Taucher auf dem Grund des Wassers. Der eine Taucher trägt einen Helm mit Glasaugen, an den sich eine lose, um den Gürtel festgeschnürte Jacke anschließt. Der andere trägt anstatt des Helmes eine Art von Lederkappe auf dem Kopf, an welche vor dem Munde ein kurzes Rohr mit einer Blase angenäht ist. In beiden Fällen soll also in dem Helm oder der Blase so viel Luft mit in die Tiefe genommen werden, wie man für die Ausführung der Arbeiten auf dem Grunde gebraucht. In einer Beischrift zu dem Bilde bemerkt Kyeser von Eichstädt, daß man sich die Jacke des ersten Taucheranzugs mit Schwämmen ausstopfen könne, damit darin die zum Atmen nötige Luft enthalten wäre. Man muß zur damaligen Zeit aber auch schon den Luftschlauch als Hilfsmittel für Taucher gekannt haben, denn in einer gleichfalls in Göttingen befindlichen, um 1420 verfaßten Abschrift von Kyesers Buch findet man Taucheranzüge mit Luftschlauch dargestellt. Da das Werk von Kyeser von Eichstädt für die militärtechnische Literatur des 15. Jahrhunderts maßgebend wurde, so wurden die Taucheranzüge, wenn auch nur als Geheimmittel der Kriegsingenieure, schnell bekannt. Tatsächlich finden sie sich auch in den verschiedensten Formen in vielen Bilderhandschriften des 15. und 16. Jahrhunderts wieder. Es ist außerordentlich auffallend, daß der Taucheranzug im 17. Jahrhundert von neuem wieder erfunden werden mußte, zumal, wie wir gleich sehen werden, schon in Druckwerken des 15. Jahrhunderts Taucheranzüge zu finden sind.

Welche Vollendung diese Apparate schon früh hatten, geht aus Abb. 143 klar hervor. Entgegen seiner sonstigen Gewohnheit hat der Zeichner des Bildes zu diesem Taucheranzug keinen Text hinzugefügt[15]). Wir sehen aber deutlich den Taucher in einer Lederjacke, die an den Ärmeln dicht anschließt und um den Leib fest geschnürt ist. Die Jacke greift über den großen metallenen Taucherhelm, in den zwei Glasfenster für die Augen eingesetzt sind. An den Helm schließt sich ein nach oben führender Schlauch, der durch ein Querholz, an dem zwei Korkkugeln sitzen, über dem Wasser gehalten wird. Um die Hüfte des Tauchers ist ein Seil geschlungen, an dem der Taucher hinab- und heraufgelassen wird. An den Füßen sehen wir Lederriemen, die schwere Metallsohlen festhalten, damit der Taucher unten aufrecht stehen kann. An zwei Seilen, die mit Haken versehen sind, sind Waren angebunden, die der Taucher anscheinend auf dem Meeresboden geborgen hat.

Wie wir schon vorhin hörten, findet man selbst in alten Druck-

werken Taucheranzüge. In dem ältesten technologischen Druckwerk[16]), das 1472 zu Verona erschien, zeichnet der Italiener Roberto Valturio einen Taucher, der unter der Wasseroberfläche mit einem Wesen, das halb Mensch, halb Fisch ist, kämpft. Eine andere Abbildung des gleichen Buches zeigt im Vordergrund ein Paar riesige Lederstiefel mit doppelten Wandungen. Durch breite Riemen werden die Stiefel an den Füßen befestigt und dann durch oben daran befindliche Schläuche mit Luft aufgeblasen. Ein Krieger mit Schwert und Lanze, der solche Wasserstiefel angezogen hat, geht in diesen Stiefeln gerade bis an die Knie im Wasser. Aus seiner Haltung kann man erkennen, daß er in den Stiefeln balanziert, um vorwärts zu kommen. Derartige Wasserstiefel sind seitdem bis in unsere Zeit hinauf immer wieder von neuem als Hilfsmittel aufgetaucht, um durchs Wasser gehen zu können. Da die Abbildungen des Valturioschen Buches vier Jahre später in der deutschen Übersetzung des römischen Kriegsschriftstellers Vegetius[17]) zu Augsburg im Druck erschienen, wurden diese Tauchapparate auch in Deutschland frühzeitig bekannt.



Abb. 143. Taucheranzug mit Luftschlauch aus einer technischen Handschrift von 1430.

Ums Jahr 1500 beschäftigte sich Leonardo da Vinci mit Tauchapparaten[18]). Die Abb. 144 zeigt einer seiner drei Entwürfe, zu dem der Meister bemerkt: „Man hat Nutzen von diesem Instrument in dem Indischen Meer, um die Perlen herauszuziehen; und macht es von Leder mit dichten Ringen, damit das Meer es nicht schließt. Oben hält es der Begleiter mit der Barke, ihn zu erwarten. Der andere zieht die Perlen und Korallen heraus; er hat Vergrößerungsgläser aus schneeweißem Glas, und einen Brustharnisch, strotzend von großen Spitzen." Die beiden anderen Entwürfe Leonardos zeigen gleichfalls Schläuche, die vor dem Mund der Taucher befestigt sind und deren eines Ende über dem Wasser durch Kork

schwimmend erhalten wird. Auch eine eigenartige Vorrichtung, um auf dem Wasser gehen zu können, hat Leonardo erdacht. Sie besteht aus zwei großen Korkschuhen und zwei, unten mit Korkplatten versehenen Spazierstöcken, auf die sich der Wasserwandler stützt Da ihm so vier Stützpunkte aus Kork zur Verfügung stehen, kann — so meint Leonardo — der Wanderer jedesmal eine der Stützen aufheben und vorwärts setzen, um zu gehen (Abb. 148).



Abb. 144. Luftschlauch für Perlentaucher. Nach Leonardo da Vinci. Um 1488.

Den ersten bekannten Versuch, mit künstlichem Gerät unter Wasser zu arbeiten, machte im Jahre 1535 Francesco de Marchi[19]), um die im Jahre 39 versunkenen römischen Prunkschiffe im Nemisee zu heben. Die hierzu benutzte Tauchglocke ist eine Erfindung des Guglielmo di Lorena. Sie scheint mit der von Aristoteles beschriebenen Tauchvorrichtung Gemeinschaft zu haben (Abb. 145). Der Tracht nach ist der Taucher ein Orientale. Er hängt in der kleinen, unten offenen Taucherglocke mit den Beinen und den Armen in eisernen Bügeln. Vor dem Gesicht hat er ein Glasfenster in der Glockenwandung, und die Hände kann er aus dem offenen Boden der Glocke heraus frei bewegen. Durch das Gewicht seines Körpers ist die Glocke verhindert, umzukippen und sich zu entleeren.

Zwei griechische Taucher führten Kaiser Karl V. im Jahre 1538 auf dem Tajo bei Toledo eine Taucherglocke vor. 10000 Menschen waren bei dem Versuch zugegen. Taisnier, der Pagenlehrer des Kaisers, beschreibt uns später den Versuch[20]): „Sie nahmen einen Kessel von großer Weite, und nachdem sie ihn mit der Mündung nach unten an Seilen aufgehangen hatten, befestigten sie mitten in dem hohlen Kessel einen Balken mit Brettern, auf welche sie

sich mit dem Feuer begaben. Durch ringsum angebrachte Bleistücke von gleicher Schwere brachten sie den Rand des Kessels ins Gleichgewicht. Wenn der so vorbereitete Kessel entsprechend langsam in das Wasser herabgelassen wird, bleiben die eingeschlossenen Menschen hier inmitten des Wassers vollständig trocken . . . wenn aber der Kessel zu richtiger Zeit langsam herausgezogen wird, sind die Menschen trocken und das Feuer unbeschädigt."



Abb. 145. Taucherglocke zur Hebung der Schiffe im Nemisee. 1535.

Im Jahre 1597 veröffentlichte der italienische Ingenieur Lorini in seinem zu Venedig erschienenen kriegstechnischen Werk zwei interessante Entwürfe: „Wie man Mauern unter Wasser fundamentiert oder einen Hafendamm auf dem Meeresgrunde erbaut." Lorini sagt[21]): „Da man solche Bauwerke mit besonderer Sorgfalt fundamentieren muß, so ist zunächst darauf zu achten, daß die Quadersteine sich unten wohl abgeglichen aneinandersetzen und soviel wie möglich in Verband kommen. Zu diesem Zwecke schickt man einen Mann hinab, der sie in der angegebenen Weise ordnet. Man macht nämlich aus sehr starkem Holze eine mit eisernen Reifen beschlagene Bütte, oder einen Bottich, welcher mit dem Boden nach oben und mit der Mündung nach unten gerichtet und mit einem so großen Gewichte beschwert wird, daß dieses ihn unter Wasser hält. Oben wird er an ein Seil gehängt, welches unten (das heißt zunächst über dem Bottich) über eine Rolle läuft. Mit seiner Mündung bleibt er etwa 3 Fuß von einem Steine entfernt, auf welchem der Mann stehen und mit einem Eisenstäbchen jeden Quaderstein dirigieren kann, während er mit einem Teile seines Körpers und hauptsächlich mit dem Kopfe in dem genannten Bottiche steht, dessen innerer Raum voll Luft ist, wie wir es im fünfzehnten Kapitel des fünften Buches näher angeben werden." In diesem Kapitel wird gesagt: „Bei allen Arbeitsprozessen besteht die höchste Vervollkommnung darin, sie mit Leichtigkeit so ausführen zu können, daß sie die Vorteile bringen, welche dabei bezweckt werden. Die genannten Vorrichtungen, um sich unter Wasser aufhalten zu können,

muß man, obgleich ihre Ausführung schwierig erscheinen könnte, daher sehr hoch schätzen, weil man durch Erfahrung weiß, welche Leichtigkeit und Sicherheit des Arbeitens durch sie herbeigeführt werden kann. Sie leisten sehr schätzbare Dienste, wenn es sich darum handelt, Geschütze oder andere Gegenstände, welche sich auf Schiffen oder anderen Fahrzeugen befanden, aus dem Meere zu fischen. Auch kann man mit ihrer Hilfe solche Fahrzeuge mit Tauen verbinden, um sie herauszuziehen. Überdies gewähren sie großen Nutzen bei der Korallenfischerei. Was die Herstellung solcher Apparate, und zwar zunächst die größeren (Abb. 146), betrifft, so macht man einen länglich viereckigen Kasten aus besten Bohlen, im Lichten $1^1/_2$ Ellen breit, 2 Ellen (gleich 116 cm) hoch und lang. Derselbe muß so zusammengefügt und mit Eisen gebunden werden, daß auf keine Weise Wasser hineindringen, oder besser gesagt, daß auf keine Weise Luft entweichen kann, welche darin eingeschlossen wird, wenn man ihn mit nach unten gekehrter Mündung herabläßt. Hierbei wird er durch ein Gewicht (A) herabgezogen, wovon wir annehmen, daß es aus einem genügend schweren Steine bestehe, welcher daran aufgehängt ist, oder besser gesagt, welcher den genannten Apparat durch die eisernen Bänder an allen Seiten herabzieht. Oben in der Mitte, wo die Bänder sich kreuzen, wird eine Flasche mit einer Rolle befestigt, in welche sich ein Seil einlegt, dessen eines Ende an der Seitenwand eines Schiffes befestigt ist, während man mit dem anderen den Apparat nach Bedürfnis auf den Grund des Wassers herabläßt, oder ihn aufzieht. Die Höhe (B K) ist so zu wählen, daß ein Mann, welcher in dem Apparate ist, durch die Fensterchen (J H), in welche Gläser eingesetzt sind, herausschauen und wieder in das Innere, wo das Wasser die Höhe (L K) nicht übersteigt, zurückkehren kann. Der zweite Apparat (Abb. 146) wird aus einem ledernen Schlauche (O R) hergestellt, welcher im Innern mit eisernen Ringen und Längsstäben armiert ist, wie man aus (H G) ersieht. Dieser Schlauch muß so lang sein, wie das Wasser tief ist. Es wird durch ein umgewickeltes Seil an die Stange (P R) gebunden, an deren unterem Ende (R) der starke eiserne Bügel (R S) und das Gewicht (S) von Blei oder Stein befestigt sind. Darauf sitzt rittlings der Mann, mit

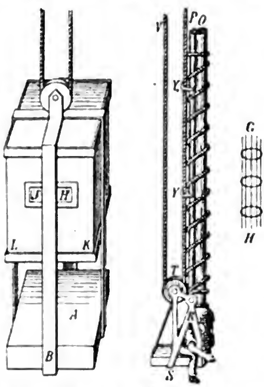


Abb. 146. Taucherglocke, Taucheranzug und Schlauchkonstruktion von Lorini. 1597.

einer Jacke aus Ziegenfell bekleidet, wie man es gebraucht, um Ölschläuche daraus zu machen. Diese Jacke muß mit Ärmeln versehen sein, wie ein Panzerhemd, und muß an den Verbandstellen eng und wohl angepaßt sein, so daß kein Wasser eindringen kann, wenn man den Kopf in den leeren Raum unter dem Schlauche steckt, in welchem Glasscheiben angebracht sind, die das Licht einfallen lassen. Und da er die Arme frei hat, kann er jede beliebige Arbeit verrichten. Auch kann er sich durch Sprechen mit denjenigen, welche sich oben bei der Mündung (O P) befinden, nach Belieben verständigen, während er durch das Seil (P T V), welches um die in der Öse (S T) gelagerte Rolle geschlungen ist,

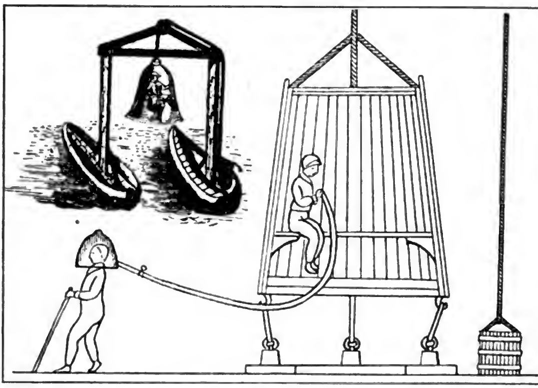


Abb. 147. Taucherglocken. Links oben nach Valentinus, 1714. Die andere Darstellung nach Halley, 1716.

getragen wird. Dies ist längs der Stange bei (Y Y) geführt, und da das Ende (P) desselben an einer Segelstange der Barke gebunden ist, kann man mit dem anderen (V) den Mann mit dem Apparate nach Bedürfnis herablassen und aufziehen."

Eigenartig, und erst weit später wiedererfunden ist der von innen versteifte, also gegen äußeren Druck geschützte Schlauch des Lorinischen Apparates.

Die Lorinische Konstruktion der Taucherglocke ist sehr gut durchdacht, aber man kann nicht behaupten, daß die Taucherglocken des 17. und 18. Jahrhunderts sich an ein solch gutes Vorbild angelehnt hätten. Meist benutzte man Gefäße in Faß- oder Glockenform, die unten offen waren (siehe Abb. 147).

Francis Bacon[22]) und Franz Keßler[23]), letzterer ein Maler aus Wetzlar, die beide zu Anfang des 17. Jahrhunderts als Erfinder der Taucherglocke genannt sind, können nur als Berichterstatter in Frage kommen. Von den Erfolgen mit der Taucherglocke hört man in früheren Zeiten verhältnismäßig wenig. Am berühmtesten wurde ihre Anwendung bei dem Versuch, aus den Schiffen der im Jahre 1588 gesunkenen spanischen Armada bei Mull im Jahre 1665 Schätze zu heben[24]). Doch man brachte nur einige Geschützrohre aus der Meerestiefe heraus, und die Kosten dieses Versuches standen in keinem Verhältnis zu dem Erfolg. In England wurde ein Taucher, der Sohn eines Grobschmieds, geadelt, weil es ihm nach langen Mühen gelungen war, aus einem gesunkenen spanischen Schiff im Jahre 1687 Schätze im Werte von 300000 Pfund Sterling zu heben[25]).

Gegen Ende des 17. Jahrhunderts, da man sich um die Ausgestaltung der Taucherglocken zu Taucherschiffen bemühte, und so zu den in einem unserer nächsten Kapitel zu besprechenden Unterseebooten kam, wurde auch die Atmungsvorrichtung der Tauchapparate wesentlich verbessert. Wie so oft in der Geschichte, kam diese Erfindung durch eine aufmerksame Naturbeobachtung zustande. Der Italiener Borelli, der im Jahre 1679 eine bahnbrechende und erschöpfende Theorie der Körperbewegung der Tiere gab[26]) und die ersten wissenschaftlichen Untersuchungen über das Schwimmen veröffentlichte, wandte seine Beobachtungen über die Atembewegung der Fische auf die Tauchapparate an. Er brachte nämlich einen besonderen Schlauch zum Ausatmen der verbrauchten Luft an, so daß der Taucher durch einen Schlauch einatmete und durch den andern Schlauch ausatmete.

Eine Verbindung von Taucherglocken und Taucheranzug gab der große Astronom Halley im Jahre 1716 an[27]). Wir sehen in der Abbildung 147 eine große Taucherglocke aus Holz, unter der ein schwerer Eisenring an Stangen befestigt ist. In der Taucherglocke, die natürlich unten offen ist, ist ringsum eine Bank angebracht, auf die sich die Taucher setzen können. Sind sie auf dem Boden des Meeres angelangt, dann verläßt ein Taucher mittels des Taucherhelms die Glocke, um frei arbeiten zu können. Seine frische Luft erhält er durch einen Schlauch, der in die Taucherglocke führt. Halley ließ sich mit vier Gefährten in diesem Apparat ins Meer hinab, wo man in 15 m Tiefe sich $1^1/_2$ Stunden aufhalten konnte. Als der englische Ingenieur John Smeaton 1778 den schwierigen Bau des Hafens von Ramsgate ausführte, verwandte er die Halleysche Taucherglocke in einer wesentlich verbesserten Form. Zunächst machte er die Glocke selbst aus Gußeisen und schaffte die frische Luft durch eine Pumpe in den Taucherhelm[28]).

Zu Anfang des 19. Jahrhunderts waren die verschiedensten Arten von Tauchapparaten in Gebrauch, bis die englische Taucherfirma Siebe 1837 endgültig den geschlossenen Taucheranzug ein-

führte. Der sogenannte offene Taucherhelm — also nichts anderes als eine kleine, über den Kopf gestülpte Taucherglocke — war damit abgetan. Trotz der vielen Verbesserungen, die man ständig an Taucherapparaten vorgenommen hat, ist das Tauchen heute noch mit großer Gefahr verknüpft. Von hundert Tauchern stirbt jährlich mehr als ein Taucher unter dem Wasser. Die höchste, sicher erreichte Tiefe wurde von einem Taucher des Nordischen Bergungsvereins in Hamburg in den spanischen Gewässern erreicht, nämlich eine Tiefe von 48 m. Ein englischer Taucher, der sich bis zu 63 m wagte, kam nicht mehr lebend an die Oberfläche. Der Tauchertod tritt dadurch ein, daß der Sauerstoff bei zu großem Druck eine Spannung erreicht, die den Stoffwechsel im Blute lähmt und krampfartige Erscheinungen veranlaßt. Jenseits der bisher erreichten Meerestiefen ruhen aber noch ungeheure Schätze, namentlich Perlen, Edelkorallen und kostbare Schiffladungen. Wollen wir — und wir müssen es ja schon, um die Tiefsee der Wissenschaft zu erschließen — in große Meerestiefen hinabgelangen, dann kann uns nicht mehr der Tauchapparat helfen, sondern wir müssen uns des Unterseebootes bedienen, in dem wir uns unter natürlichen Druckverhältnissen der Luft bewegen können.



Abb. 148. Laufvorrichtung zum Überschreiten von Wasser, nach Leonardo da Vinci.

Schwimmgurte.

Im Jahre 1741 erschien zu Amsterdam unter dem Titel „Art de nager" eine Schrift eines gewissen Bachstrom, in der ein aus aneinandergenähten Korkscheiben bestehender „Schwimm-Küraß" beschrieben wurde[1]). Auf diese Schrift führt man heute unrichtiger-



Abb. 149. Rettungsmannschaft der deutschen Küsten mit Korkwesten.

weise die Erfindung des tatsächlich weit älteren Schwimmgurts- oder Rettungsringes zurück. Schon das Altertum, wie auch zahlreiche unkultivierte Völker kannten lange vor Bachstrom aufgeblasene Häute oder Tierblasen, ja selbst Kork als Hilfsmittel zum Schwimmen. Auf einem in London aufbewahrten assyrischen Relief des 9. Jahrhunderts v. Chr. sieht man Krieger auf aufgeblasenen Schläuchen schwimmen[2]). Plutarch berichtet[3]), daß Camillus im Jahre 390 v. Chr. einen Boten zum Kapitol schickte, der auf einer aus Kork gebildeten Unterlage den Tiber durchschwamm. Im Jahre 74 v. Chr. schwamm ein Bote mit Hilfe lederner Schläuche, die aufgeblasen waren, zum belagerten Kyzikos[4]). Auch der Satyriker Horatius Flaccus gedenkt des Schwimmens mittels Korks ums Jahr 25 v. Chr.[5]).

Das Mittelalter erinnerte sich wieder der Schwimmgürtel der Alten. Konrad Kyeser von Eichstädt, der große Ingenieur des 14. Jahrhunderts, der im Jahre 1405, als Verbannter in den böhmischen Wäldern lebend, sein großes handschriftliches Kriegsbuch vollendete, bildete darin den Schwimmgurt ab. Er sollte dazu dienen, im Kriegsfalle die Gräben belagerter Burgen zu durchschwimmen. Da das Kyesersche Werk vielen andern ähnlichen Schriften als Grundlage diente, findet man auch den Schwimmgürtel in technischen Bilderhandschriften des 15. Jahrhunderts häufig. Um ihn bequemer benutzen zu können, war er meistens als Gurt ausgebildet, den man aufblies. In vielen solchen alten Darstellungen führt ein besonderer Schlauch vom Schwimmgurt in den Mund

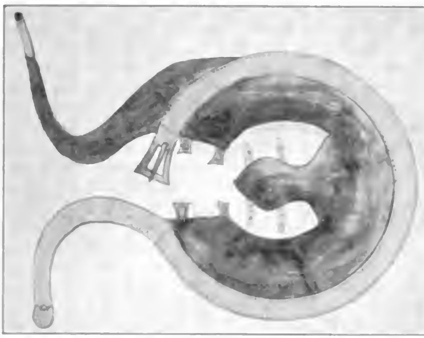


Abb. 150. Luftgefüllter Schwimmgurt zum Umschnallen. Um 1400.

des Schwimmenden, der dazu dienen soll, die Luft im Gurt mehr oder weniger zu verdichten (Abb. 150). Dadurch war es möglich, sich im Augenblick der Gefahr vor feindlichen Geschossen bis an den Mund versinken zu lassen; während man sich im nächsten Augenblick durch neues Aufblasen des Gurtes wieder mehr heben konnte. Auch in dem ersten technischen Druck, dem 1472 zu Verona erschienenen Kriegsbuch des Valturio, sieht man den Schwimmgurt in Abbildungen dargestellt. Als Maximilian I., der nachmalige Kaiser, im Jahre 1488 auf der Burg zu Brügge gefangen saß, schwamm sein treuer Diener, der Hofnarr Kunz von der Rosen, mittels eines Schwimmgurtes in der Nacht durch den Graben der Burg, um seinen königlichen Herrn, für den er einen Schwimmgurt mit sich führte, zu befreien. Wenn die Befreiung auch nicht gelang, so

zeigt diese historische Tatsache doch die Bedeutung der Schwimmgurte im Mittelalter. Die schönste ältere Darstellung eines schwimmenden Menschen mit Schwimmgurt gab Leonardo da Vinci in seinen technischen Manuskripten[6]. Der Gurt gleicht genau unsern heutigen Rettungsringen auf Schiffen. Gedruckte Beschreibungen von Schwimmgurten liest man 1555 bei Olaus Magnus[7], 1616 bei Franz Keßler[8] und im folgenden Jahre in dem berühmt gewordenen Maschinenbuch des ungarischen Bischofs Verantius[9]. Von der gelehrten Welt wurde die Bedeutung des Schwimmgurts zuerst in einem Artikel anerkannt, der im Jahre 1678 im „Journal des Savans" zu Paris erschien.

Neuerdings verwendet man an Stelle der schweren, etwa zwölf Pfund wiegenden Korkgurte einen Rettungsgürtel, der nur wenige Gramm wiegt. Er besteht aus vier flachen Säcken, die im aufgeblasenen Zustand kreisrund werden und durch einen Schlauch verbunden sind. Man trägt den ganzen Gürtel wie eine Weste unter der gewöhnlichen Kleidung so, daß zwei Säcke auf der Brust und zwei auf dem Rücken liegen. Als Schloß des Gürtels dient eine flache Metallkapsel, in der sich Calciumcarbid befindet. Fällt jemand, der einen solchen Gürtel trägt, unvermutet ins Wasser, so erhält das Wasser Zutritt zu dem Calciumcarbid, und das sich schnell entwickelnde Gas bläht dann die vier Säcke des Gürtels so stark auf, daß der Betreffende von dem Gürtel getragen wird und dadurch vor dem Ertrinken gerettet ist.

Rettung aus Seenot[1].

Der Kolberger Tuchmacher Ehrgott Friedrich Schäfer versuchte im Jahre 1784 zuerst, durch ein Geschoß, das eine Leine schleppte, vom Strande aus die Verbindung mit strandenden Schiffen herzustellen. Zur Begutachtung seiner Erfindung wandte er sich an die Kolberger Artillerieoffiziere Friedrichs des Großen. Diese erkannten zwar an, daß die Erfindung human sei, dennoch sträubte sich ihr Sinn wider die Neuerung, und sie erklärten, diese Erfindung sei „bey der Strandung derer Schiffe gar nicht practicabel". Schäfer mußte alle Hindernisse des Erfinders durchkosten, und dennoch erzwang er sich eine Anerkennung.

Längst war der Raketenapparat des Kolberger Tuchmachers vergessen, als der englische Artillerieleutnant Cell dem Londoner Gewerbeverein 1797 den Vorschlag machte, die Verbindung zwischen einem gestrandeten Schiff und der Küste mittels eines Mörsers in der Weise zu bewirken, daß an der Kugel ein Seil befestigt sei. Doch erst der englische Kaserneninspektor George William Manby nahm Versuche zur Rettung Schiffbrüchiger in der Praxis vor.

180 Fuß von der Küste entfernt sah er eine Kutterbrigg mit 67 Personen an Bord in höchster Gefahr. Kein Rettungsboot konnte dem Schiffe nahe kommen, und es wurde ihm in diesem Augenblick klar, daß ein Leinenwurfgeschoß das einzige Mittel sei, die Schiffbrüchigen zu retten. Doch kein derartiges Geschoß war vorhanden, und die 67 Menschen der Besatzung gingen einer nach dem andern vor seinen Augen unter. Er erinnerte sich daran, daß er als junger Leutnant eine Leine über das Dach der Kirche zu Downham-Market in Norfolk geschossen hatte. Zwei Jahrzehnte lang hing er der Idee nach. Seine Tätigkeit in der englischen Flotte gab ihm im Februar 1807 Gelegenheit, die Erfindung zu erproben.

Nachdem er sich einen Mörser konstruiert hatte, mit dem er eine Leine schießen konnte, rettete Manby in den nächsten 18 Jahren von 48 Schiffen, die auf den Strand von Norfolk geraten waren, 332 Menschen; es dauerte indes noch lange Zeit, bis die segensreiche Erfindung allgemein Eingang fand.

In Preußen fanden die Manbyschen Versuche sehr früh Beachtung. Bereits am 5. September 1816 wurde zu Pillau ein Leinen-

schießen mittels Bomben versucht, und seit dem Juli 1819 gestattete die Regierung zu Königsberg den Gebrauch „dieses freilich immerhin gefährlichen Mittels“ zur Rettung Schiffbrüchiger. Die Versuche, mit Raketen Leinen zu schießen, regte in Preußen der Kommandeur der ersten Brigade in Memel, Major Stieler, im Dezember des Jahres 1827 an. In einem Schuppen am Meeresstrande von Memel stellten zwei Artillerieunteroffiziere im folgenden Jahre die ersten Rettungsraketen her und versuchten, mit ihnen Leinen zu werfen. Noch heute sind die Akten und die eigenhändigen Berichte dieser beiden Feuerwerker vorhanden. Aus Stangen und Tauen hatten sich die beiden unweit ihres Schuppens das Takelwerk eines Küstenschiffes aufgerichtet, und nach ihm wurde aus einer Entfernung von 400 Schritt am 17. Oktober 1828 zum ersten-



Abb. 151. Rettungsboot der Deutschen Gesellschaft zur Rettung Schiffbrüchiger.

mal geschossen. Seitdem hat sich der Raketenapparat im deutschen Seerettungswesen immer mehr eingeführt.

Inzwischen waren schon Gesellschaften zur Rettung Ertrinkender gegründet worden, die erste zu Amsterdam 1779. Die Originalapparate dieser Gesellschaft aus der ersten Zeit ihrer Tätigkeit sind noch jetzt in Amsterdam vorhanden. Die erste Anregung zur Rettung Ertrinkender war allerdings in Deutschland entstanden, denn im Jahre 1751 erschien zu Erbach eine gedruckte Verordnung: „Landesverordnung bei Hilfeleistung von Ertrunkenen“. 1779 wurde in Paris bereits eine Medaille gestiftet für die, „die sich den größten Gefahren ausgesetzt haben, um Ertrinkende zu retten“. Das einzige von dieser ältesten Rettungsmedaille noch erhaltene Stück befindet sich gegenwärtig im Carnavalet-Museum zu Paris. Viele Städte und Staaten folgten seitdem in der Verleihung von Rettungsmedaillen, so daß die bedeutendste Sammlung dieser Art, die Herr Sanitätsrat Dr. E. Roedinger in Frankfurt am Main besitzt, über 600 Rettungsmedaillen enthält.

Für die deutschen Seeküsten dachten zuerst der Navigationslehrer Bermpohl und Advokat Dr. Kuhlmay zu Vegesack an die Gründung von Rettungsstationen für Schiffbrüchige. Sie erließen deshalb Anfang November 1860 im Bremer Handelsblatt einen Aufruf zur Gründung einer solchen Gesellschaft. Daraufhin kam am 2. März 1861 zuerst in Emden ein Verein zustande, der sich die Rettung der in Seenot Befindlichen zur Aufgabe machte. Die gegenwärtige „Deutsche Gesellschaft zur Rettung Schiffbrüchiger" wurde am 29. Mai 1865 zu Kiel gegründet. Bis zum Jahre 1906 rettete sie insgesamt 3267 Personen aus Seenot. Gegenwärtig unterhält sie an der Nord- und Ostsee 126 Rettungsstationen.

Einer ihrer wichtigsten Apparate ist die Rakete zum Werfen der Leine zu gestrandeten Schiffen. Zuerst war bei der Gesellschaft der Manbysche Mörser in Verwendung, und zwar in einem Exemplar. Der Vorstand bemühte sich, unverzüglich Rettungsgeschütze zu gewinnen, die mehr zu leisten vermochten als dieser Mörser. Er knüpfte deshalb nach eingeholter Erlaubnis des Kgl. preuß. Allgemeinen Kriegsdepartements mit der Direktion des Kgl. Feuerwerks-Laboratoriums in Spandau Verhandlungen wegen der Konstruktion der Wurfgeschosse der neu zu begründenden Geschützstationen an. Von der Direktion des Feuerwerks-Laboratoriums wurde diese Angelegenheit mit großem Interesse aufgenommen und nach Kräften gefördert. Außerdem suchte der Vorstand genaue Erkundigungen über die sämtlichen auswärtigen Apparate, welche in Frage kommen konnten, einzuziehen, über die drei englischen Raketen (Carte, Dennett, Boxer), über die französischen Konstruktionen der Raketen und anderer Geschosse, die von Delvigne, Vildien, d'Houdelot, Tremblay herrühren, über die Versuche mit dem italienischen Apparat von Bertinetti, dem dänischen von Gaetano Amici, dem russischen von General Konstantikoff. Nur die Delvigneschen Konstruktionen und der Boxersche Apparat ergaben sich als besonders beachtenswert. Zu einer Annahme und Einführung dieser Systeme auf deutschen Rettungsstationen ist es aber nicht gekommen, weil die Arbeiten des Feuerwerks-Laboratoriums in Spandau inzwischen vorzügliche Resultate lieferten. Schon zu Anfang des Jahres 1866 fanden in Spandau die ersten Versuche statt. Man verwandte zu diesen, nachdem man sich überzeugt hatte, daß schwächere Geschosse nicht ausreichten, Kriegsraketen mit verschiedenen Bohrungen. Das Ergebnis dieser und folgender Versuche in Spandau war, daß noch zu Ende des Jahres 1866 ein Leinengeschoß vorlag, welches eine Leine 500 Schritt weit führte, eine Entfernung, die bis dahin von keinem anderen Geschoßapparat erreicht worden war. Konnte man auch mit der Flugweite dieses neuen Leinengeschosses wohl zufrieden sein, so hatte man zu Anfang doch Bedenken gegen seine Einführung. Es wurden daher von dem Vorstande und den Bezirksverwaltungen in Bremen, Bremerhaven, Swinemünde, Danzig, Lübeck und an anderen Orten Versuche mit Geschützen ver-

schiedenster Art vorgenommen, weil das Leinenschießen mit Geschützen (Mörsern, Kanonen usw.) sich billiger als Raketen stellte, bei ersteren auch die Seitenabweichung geringer war, und man sich der Hoffnung hingab, es würde gelingen, mit Geschützen die Schießleinen ebenso weit oder weiter als mit den Raketen zu werfen. Um eine möglichst große Flugweite der Leinengeschosse zu erzielen, wurden in Bremen auch längere Zeit mit gezogenen Geschützen umfangreiche Versuche angestellt. Alle diese Versuche lieferten indes damals kein befriedigendes Resultat; sie fielen vielmehr zugunsten der Raketen aus. Als die Anschaffungskosten dank der freigiebigsten Unterstützung, die dem Seerettungswesen in ganz Deutschland entgegengebracht wurde, nicht mehr gescheut zu werden brauchten, brachte man bei der Einrichtung neuer Stationen diese Art Leinengeschosse nach und nach in Anwendung. Es sei bemerkt, daß alle jene aus Geschützen gefeuerten Leinengeschosse lange nicht die Flugweite der Spandauer Raketen erreichten und sehr viele Leinenbrüche verursachten, weil bei diesen Geschossen die Anfangsgeschwindigkeit zu groß war, während bei den Raketen die Geschwindigkeit allmählich zunimmt und hierdurch bei ihnen viel seltener Leinen rissen. Die Leine dient zum Herüberziehen eines starken Taues. Mittlerweile waren an verschiedenen Orten, wie Bremen, Danzig, Lübeck u. a., auch die eingehendsten Proben mit verschiedenen Schießleinen angestellt worden. Ohne tüchtige Leinen dieser Art kann das beste Geschoß nichts nützen. Von den vielen bei den Proben zur Anwendung gekommenen Hanfsorten erwiesen sich der schlesische Eisenhanf und der italienische Seidenhanf als die haltbarsten und leichtesten. Die aus der letzteren Hanfart gefertigten Schießleinen fanden hauptsächlich auf den Raketen- und Geschützstationen Anwendung und sind erst vor wenigen Jahren durch andere ersetzt worden.

Die jetzt in Deutschland verwendeten Raketen, die das Kgl. Feuerwerkslaboratorium in Spandau anfertigt, haben einen Durchmesser von 5 und 8 cm. Mit der großen Rakete schießt man die Leine bis 400 m, mit der kleinen bis 300 m. Allerdings schwankt die Tragweite nach Richtung und Stärke des Windes. Die Schießleinen haben einen Durchmesser von 9 mm und eine Länge von 500 m. Neuerdings werden auch sogenannte Ankerraketen verwendet, die einen vierhändigen Anker in die See schießen. Solche Ankerraketen dienen dazu, unter besonders schwierigen Verhältnissen, gegen hohe See, das Abkommen des Bootes vom flachen Strande zu ermöglichen. Zu dem Zweck wird die Ankerrakete mit einer starken Leine quer gegen die anrollenden Wogen soweit als möglich in See geschossen, wo sie sich selbsttätig verankert. An der Leine ziehen dann die vordersten vier Mann im Rettungsboot, während die andern das Boot in die See hinausrudern.

Das Rettungstau selbst, das mit Hilfe der Schießleine zu dem Schiff hinübergezogen wird, hat eine Länge von 300 m, bei einem

Durchmesser von 3 cm. Das Jolltau, an dem die einzelnen Schiffbrüchigen ans Ufer gezogen werden, hat, da es endlos vom Schiff zum Ufer und vom Ufer zum Schiff läuft, eine Länge von 700 m bei einem Durchmesser von 3 cm.

Das gesamte Inventar zur Rettung Schiffbrüchiger wird auf zwei Wagen verladen. Der erste Wagen (Abb. 152) trägt das Rettungstau, das Jolltau, drei Bäume zur Erhöhung des Rettungstaues, das Raketenstativ und einen schweren Bohranker, der in die Erde gedreht wird, um das Rettungstau daran anzuspannen. Der zweite Wagen trägt die Schießleinen, die Raketen, die Rettungsboje und weitere Bedarfsgegenstände.

Wenn ein Schiff an den deutschen Küsten in kurzer Entfernung vom Ufer strandet, und das Leben der Mannschaft dadurch ge-



Abb. 152. Raketenapparat der Deutschen Gesellschaft zur Rettung Schiffbrüchiger.

fährdet ist, wird der letzteren, wenn irgend möglich, vom Ufer aus auf folgende Weise Beistand geleistet: Eine Rakete, an der eine dünne Leine befestigt ist, wird über das Schiff hingeschossen (Abb. 153). Diese Raketenleine muß vom Schiffe aus möglichst rasch erfaßt und festgehalten werden. Ist dies geschehen, so muß einer von der Mannschaft beiseite treten, und, wenn es Tag ist, seinen Hut, seinen Arm, seine Flagge oder ein Tuch schwenken; ist es aber Nacht, so muß eine Rakete oder ein Blaufeuer angezündet oder eine Kanone abgefeuert werden, oder man zeigt eine Laterne und läßt sie wieder verschwinden. Alles dies geschieht, um der Rettungsmannschaft am Lande als Signal zu dienen, daß die Leine gefaßt ist. Wenn dann die Schiffsmannschaft einen der am Ufer befindlichen Leute seitwärts von den übrigen eine rote Fahne schwenken sieht, oder wenn ihr zur Nachtzeit ein rotes Licht gezeigt wird, das dann wieder verschwindet, so muß sie die vorerwähnte Raketenleine vom Lande her einholen, bis sie einen Steertblock daran

befestigt findet, durch welchen ein Jolltau (endloser Läufer) geschoben ist. Dieser Steertblock ist am Mast ungefähr 2½ m unter der Sahlung zu befestigen oder — falls die Masten nicht mehr stehen — an dem höchsten festen Gegenstande auf dem Schiffe. Sobald der Block festgemacht ist, muß wieder einer von der Schiffsmannschaft beiseite treten und das zuerst beschriebene Signal geben. Sobald dies Signal gesehen ist, wird durch die Leute am Lande ein starkes Tau, das Rettungstau, am Jolltau befestigt und vom Lande aus an Bord gezogen. Wenn dies Rettungstau an Bord gezogen ist, muß die Mannschaft es sogleich etwa ½ m oberhalb des Steertblocks, womöglich mit diesem an demselben Schiffsteile befestigen und dabei Sorge tragen, daß das Jolltau klar von dem Rettungstau bleibt. Wenn das Rettungstau in solcher Weise an Bord befestigt ist, muß das Jolltau von dem Rettungstau losgemacht werden, und wenn dies geschehen ist, das zuerst beschriebene Signal wiederholt werden. Die Leute am Lande werden dann das Rettungstau straff anholen und an ihm mittels des Läufers eine Hosenboje an Bord ziehen; in diese hat sich die Person, welche ans Land gezogen werden soll, zu setzen, und zwar mit den Beinen in die Hose und die Arme über die Boje legend. Alsdann muß abermals einer von der Mannschaft auf die Seite treten und den Leuten am Lande das zuerst beschriebene Signal geben. Die Leute am Lande holen dann die Boje ans Land und ziehen sie, nachdem die Person gelandet ist, leer wieder ans Schiff. Dies Verfahren wiederholt sich, bis alle Personen gerettet sind. Es kann zuweilen vorkommen, daß das Wetter und der Zustand des Schiffes die Befestigung des Rettungstaues nicht zulassen; in solchen Fällen wird die Hosenboje mittels des Jolltaues hingezogen und die Schiffbrüchigen werden dann in der Hosenboje mittels des Jolltaues durch die Brandung geholt, anstatt längs des Rettungstaues.

Ein Geschütz zum Werfen der Leine haben Behrs Waffenwerke in Suhl konstruiert. Das Kaliber der Geschosse mißt 5 cm. Das Geschütz hat Rohrrücklauf, um zu vermeiden, daß es beim Schuß unter dem Druck der Pulvergase leidet. Als Gleitbahn dient dem Rohre die Lafette; die Vorholfeder ist in einfachster Weise um den vorderen Teil des Rohres herumgewickelt. Beim Rücklauf des Rohres tritt eine hydraulische Bremse in Tätigkeit, die den Stoß mindert. Um einem in Seenot befindlichen Schiffe die Leine zuzuwerfen, wird folgendermaßen verfahren: Die ein Spitzgeschoß mit Bleimantel enthaltende Patrone wird nach Öffnung des Verschlusses eingeführt und der Verschluß geschlossen. Über die Mündung des Rohres wird ein Ring geklemmt, dessen Öffnung etwas kleiner ist als der Bleimantel des Geschosses. An diesem Ring ist zunächst durch zwei Drähte eine Spiralfeder angebracht und daran eine Leine von 1000 m Länge befestigt. Die Leine liegt sorgfältig in einem Kasten so gewickelt, daß sie mit großer Geschwindigkeit ablaufen kann. In dem Augenblick, wo das Geschoß nun die Mündung ver-



Abb. 153. Abschießen der Rakete über das gestrandete Schiff hinweg.

läßt, klemmt es sich in dem aufgesteckten Ringe vollständig fest und reißt den Ring samt der Leine mit sich. Dieser erste Anprall ist so heftig, daß sich die zwischen Ring und Leine eingefügte Spiralfeder zu einem langen Draht von 1 m ausreckt. Das Geschoß fliegt jetzt seine Bahn, die Leine hinter sich herziehend, einmal durch die Kraft des im Geschütz entzündeten Pulvers und dann unterstützt von einem Raketensatz, der seine Treibgase aus dem Geschoß nach hinten auswirft. Dadurch wird nicht allein eine Ablenkung durch Seitenwind vermindert, sondern auch bei Nacht die Flugbahn des Geschosses sichtbar gemacht.

Gegenüber dem gewöhnlichen Raketenapparat, wie er bei der Deutschen Gesellschaft zur Rettung Schiffbrüchiger auf einigen Stationen in Benutzung ist, hat das Behrsche Leinenwurfgeschütz große Vorzüge. Zunächst ist es klein und leicht beweglich. Es kann von zwei Mann ohne Mühe in ein Boot gehoben werden, so daß man die Leine vom Rettungsboot aus dem bedrängten Schiffe zuzuschießen vermag. Wenn man es an Bord eines Schiffes mitführt, so kann auch von Schiff zu Schiff eine Leine geschossen werden.

Um Leinen auf kürzere Entfernung zu werfen, hat Behr ein Leinenwurfgewehr konstruiert, bei dem die Leinenführung die gleiche ist wie beim Geschütz. Auch Pistolen hat man zum Leinenwerfen konstruiert. Eine der ersten dieser Art erwähnt Greener in seinem Buch „The Gun and its development".

Eine große Zukunft hat eine neue Erfindung, der Ungesche Lufttorpedo, für das Küstenrettungswesen. Diese neue Waffe, deren Patente für Deutschland die Firma Krupp in Essen angekauft hat, bewegt sich durch die Kraft ihrer Luftschraube ebenso im Luftraum weiter, wie der Fischtorpedo im Wasser. Man wird deshalb an ein solches automobiles Geschoß mit Leichtigkeit ein Rettungstau anhängen können.

Ein Mittel, um bei hoher See die Wellen zu beruhigen, und entweder das eigene Schiff außer Gefahr zu bringen, oder sich mit dem Rettungsboote einem Wrack nähern zu können, ist die Anwendung des Öls.

Dem Altertum war schon die Verwendung des Öls zur Glättung der Wogenbrandung bekannt, denn Aristoteles [2]), Plinius [3]), Plutarch [4]) und andere empfehlen das Verfahren bereits. Auch der Abt Beda wies im 8. Jahrhundert wieder auf dies Rettungsmittel hin [5]). Aus den Schriften der Alten hatte der Humanist Erasmus von Rotterdam die Wellenberuhigung durch Öl kennen gelernt und 1524 bekannt gemacht, doch man beachtete das einfache Mittel nicht, bis Benjamin Franklin, der Erfinder des Blitzableiters, im Jahre 1774 Versuche mit Öl zur Besänftigung der Wogen unternahm und über die günstigen Ergebnisse der Methode eine besondere Schrift veröffentlichte. Neuerdings machte der Schotte Shields 1880 wieder auf die Ölglättung der See aufmerksam. Verteilt sich nämlich Öl in einer ganz dünnen Schicht über das Wasser — und das geschieht, wenn

man Öl ausgießt, sehr schnell —, so kann der Wind das Wasser nicht zu Wellenbergen auftreiben. Die Oberfläche ist zu glatt, der Wind kann nicht „angreifen". Bisher hing man Säcke an der Wetterseite über Bord, aus denen sich Öl langsam über die Wogen verteilte. Neuerdings verwendet man die Ölrakete oder ein mit Öl gefülltes Geschoß, welches aus einem geeigneten Apparat verfeuert wird. Die Ölraketen wurden 1887 von Meißel in Bremerhaven erfunden. Sie werden in eine Patronenhülse geschoben, bis sie auf dem Pulver aufliegen. Beim Abschießen aus einem Gewehr oder aus einer Pistole schleudern die Pulvergase die Rakete hinaus und entzünden gleichzeitig die Zündschnur der Stoppine. Die Stoppine ist ein kleines Zündröhrchen von 3 Sekunden Brenndauer, aus dem der Feuerstrahl in die eigentliche mit Schwarzpulver gefüllte Explosionskammer im Innern der Aluminiumrakete schlägt und diese vollständig auseinander reißt. Das in der Rakete befindliche Öl wird dadurch in kleinster Zerteilung über eine große Wasserfläche geworfen.

Angewendet werden diese Raketen von Schiffen bei schwerem Seegang zur Glättung von Wellen. Sie haben den Vorteil gegenüber anderen Vorrichtungen, daß die See schon eine ganze Strecke vor dem Schiff geglättet wird. Die anderen Ölverteilungsvorrichtungen kommen, da sie in der Nähe des Schiffes bleiben, nur unmittelbar am Schiff zur Wirkung. Ferner werden die Raketen auch beim Inseebringen von Rettungsbooten zur Glättung der Brandung vorteilhaft verwendet. Eine Rakete genügt, um einem mittelgroßen Schiff ruhige See zu verschaffen.

Schiffe.

Ob der Einbaum oder das Floß oder ein aus gespannten Häuten verfertigtes Fahrzeug die älteste Form des Schiffes sei — sagt Forrer[1]) —, ist eine noch offene Frage. Vermutlich ist das Schiff an verschiedenen Punkten der Erde und in verschiedenen Formen erfunden worden. Tatsache ist vorläufig, daß die älteste nachweisbare Form der Einbaum ist (Abb. 154 b—d). Der Einbaum[2]) ist eine Art größeren oder kleineren Kahnes, der besonders auf Binnenseen üblich war und seinen Namen davon hat, daß er aus einem einzigen Baumstamm herausgearbeitet wurde. Seine Herstellung erfolgte derart, daß man dem Stamme durch Brand erst die Rohform gab, dann ihn mit der Axt fertig ausarbeitete. Die Länge schwankt zwischen 6 und 4 m, die Breite entsprechend zwischen $2^1/_2$ und $1^1/_2$ m. Im Innern sind häufig Quersitze im Holze ausgespart geblieben. Derartige Einbaumkähne bestanden bereits zur Steinzeit und sind in Seen, Flüssen und Torfmooren Europas vielfach gefunden worden. Auf abgelegenen Binnenseen dienen ähnliche Einbäume aber noch heute als Fischerkähne.

Zu Brigg in North Lincolnshire fand man kürzlich einen Einbaum, der die stattliche Länge von fast 15 m hatte[3]).

Schiffe dieser Art[4]) haben vollauf ausgereicht, um dem gewöhnlichen Wellenschlage der größeren Binnenseen, wie des Boden-, Züricher-, Genfer- und Gardasees u. a., zu trotzen, um große Flüsse, wie Donau, Rhein, Rhône und Elbe usw., zu befahren. Mit großen Kähnen dieser Art wird selbst die Meerküstenschiffahrt schon zur Neolithik eingesetzt haben. Tatsache ist, daß bereits zur Bronzezeit nicht nur im Süden ein reger Meeresschiffahrtsverkehr nachweisbar ist (der freilich die Küsten nie ganz aus dem Auge ließ), sondern auch schon der Norden nach dieser Richtung vorangeschritten war. Das beweisen die Abbildungen großer Ruderschiffe auf den bronzezeitlichen Felsenbildern von Bohuslän in Schweden, wo die Schiffe bereits mit langen Reihen von Ruderern bevölkert sind und mit weitaufragenden Vorder- und Hintersteven erscheinen. Jene Bilder weisen darauf hin, daß der Einbaumkahn sich hier zu einem Plankenbau herausgebildet hat, der in Form und Konstruktion schon den Schiffen der Wikingerzeit (Abb. 154 e) nahegestanden haben muß. Diese sind mächtige Plankenschiffe

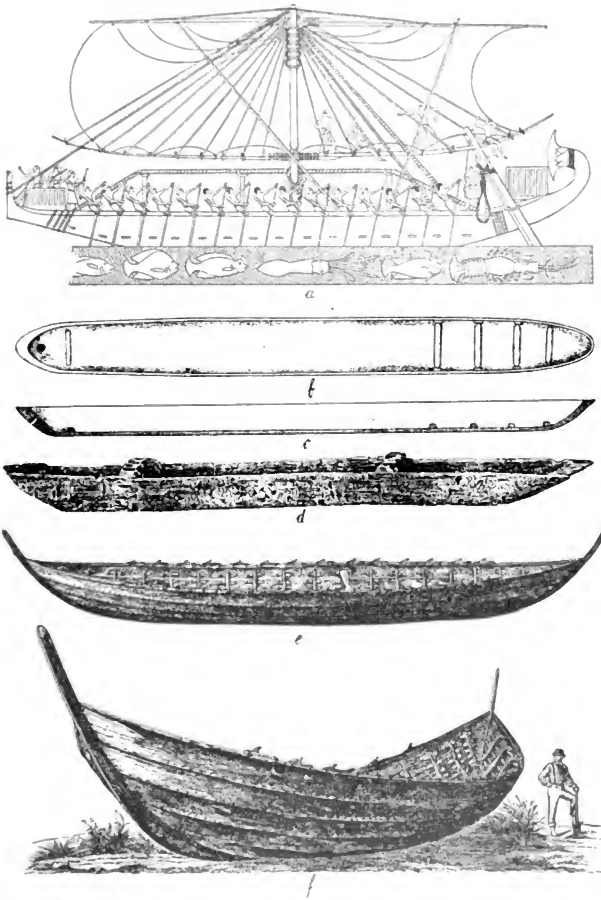


Abb. 154. Alte Schiffsformen. a) Ägyptische Galeere mit 15 Ruderern und großem Segel. Flachrelief von 1700 v. Chr. zu Der El-Baheri. b) c) d) Obere Ansicht, Schnitt und Seitenansicht eines Einbaumes aus der Kupferzeit (2000 v. Chr.), gefunden im Bielersee. e, f) Wikingerschiff aus Nydam (5.—6. Jahrh.), Museum in Kiel.

mit seitlichen Steuerrudern und für Ruder wie Segel eingerichtet, besonders schön durch das im Moore von Nydam gefundene Wikingerboot vermittelt (Abb. 154f). Es sind die Schiffe von Seefahrern, welche mit allerlei Rüstzeug beladen den Göttern geweiht oder nach dem Tode ihrer Besitzer auf Land gezogen wurden, um dem Toten unter einem Grabhügel als Riesensarg zu dienen.

Neben dem bis in die Römer- und spätere Zeit vereinzelt fortvererbten Einbaumkahn scheinen sehr früh auch Boote aus Leder, d. h. Schiffe aus einem mit Häuten überspannten Holzgerippe, üblich gewesen zu sein. Eine Andeutung in dieser Richtung geben die goldenen Votivboote von Nors, welche der späteren Bronzezeit angehören und die Form des erwähnten Gerippes deutlich verraten.

Im Süden hat das Schiff sich ebenfalls sehr früh aus gleich primitiven Anfängen zu gleich hoher Entwickelung des Schiffbaues durchgerungen. Noch heute bedient man sich am Tigris und anderwärts äußerst einfacher Kähne aus ausgespannten Häuten und ausgehöhlten Kürbissen, Formen, welche sich ersichtlich von der frühesten Urzeit an fortvererbt haben. Daneben hören wir aber bereits in altägyptischer Zeit von großen Meerexpeditionen und sehen auf altägyptischen Denkmälern neben kleineren Nilbarken große, seetüchtige Ruder- und Segelschiffe abgebildet, schon auf Gefäßen der ägyptischen Neolithik, dann besonders schön auf den späteren Steindenkmälern (Abb. 154a). Es sind mächtige Rudergaleeren, deren Antrieb durch gewaltige Ledersegel unterstützt wird. Der durch starke Taue gesicherte Mast trägt bereits einen Mastkorb zum Ausguck und reiches Tauwerk für die Segel, in welchem die Matrosen ihres Amtes walten. Das Steuer besteht hier wie bei manchen noch heute üblichen Ruderbooten älterer Form aus einer oder zwei mächtigen, an den Seiten des Hinterbordes angebrachten Ruderstangen, welche der Steuermann an dem emporragenden Handgriff oder mittels Riemenwerkes handhabt. Auch Kajüten, unter deren Obdach man gegen Sonne, Wind und Wetter Schutz fand, sind gelegentlich schon angebracht in Gestalt von kastenartigen Erhöhungen in der Mitte oder an Vorder- und Hintersteven. Diese endigen in hochaufragende Schiffsschnäbel, die oft ornamental behandelt sind. Gleiches gilt auch für die Schiffe der Phöniker, Griechen und Italiker, wie das die Ruderschiffdarstellungen auf phönikischen Silbermünzen, die Ruder- und Segelschiffe auf dem Grabstein von Navilara dartun. Diese zeigen uns auch den Rennschnabel an der Spitze des Schiffes in Wassershöhe angebracht. Später wird die Zahl der Ruderbänke eine immer größere, und die Zahl der Sklavenruderer zählt nach Hunderten; so entstehen die Liburnae, die Biremes, die Trieren oder Triremis usw., durch Aufsetzen von burgartigen Türmen die Navis turrita usw.

Große Ausbildung erlangten Schiffe und Schiffahrt besonders unter den seekundigen Phönikern, die wohl die ersten waren, welche sich nicht mehr streng an die Küstenlinie hielten und derart sich

die Zeitdauer und die Kosten ihrer Fahrten durch Überspringung gewisser, bis dahin üblicher und notwendiger Etappen abkürzten. Eben hierauf führe ich beispielsweise die Blüte Kretas in vorphönikischer Zeit zurück, wo alle westwärts Reisenden aus Syrien, Cypern und Ägypten landen mußten, während später die verbesserte Schiffahrt eine Umgehung Kretas möglich machte und notwendigerweise den Niedergang dieser Inselmacht herbeiführen mußte.

Auf römischen Münzen erscheinen Schiffe oder Schiffssäulen vielfach als Abzeichen von Seesiegen, Schiffsvorderteile und das Steuerruder als das Attribut der Fortuna. In der christlichen Symbolik verkörpert das Schiff das menschliche Leben, aber auch die Kirche selbst, wobei der Steuermann den Bischof oder Christus andeutet.

Wie wir aus dem Kapitel über die Wasserräder wissen, verwendete man schon im 6. Jahrhundert in Rom große Wasserräder auf Schiffen, um das Getreide zu mahlen. Es ist in Anbetracht dessen verwunderlich, daß uns erst verhältnismäßig spät die Umkehrung dieser Vorrichtung begegnet; denn wie man mittels eines auf einem Schiff gelagerten Wasserrades eine Mühle bewegen kann, so kann man doch auch das Schiff selbst durch die Kraft des Wasserrades in Bewegung setzen. Eine solche Vorrichtung sehen wir zum erstenmal im Jahre 1405 bei Konrad Kyeser von Eichstädt, und wir erkennen in ihr die Grundidee unserer heutigen Seilschiffahrt oder Tauerei. Man sieht in der Abbildung auf einem Flusse ein Schiff, das rechts und links je ein Schaufelrad trägt[5]). Die Achse dieser beiden Schaufelräder ist mit einem senkrechten Wellbaum gekuppelt, um den sich ein Tau einmal herumschlingt, das der Länge nach im Flusse liegt. Die Schaufelräder werden also gleich unterschlägigen Mühlrädern von der Strömung umgedreht und infolgedessen windet sich das Tau durch Vermittlung des Triebwerks über den Wellbaum, und das ganze Fahrzeug fährt gegen den Strom. Ein kleiner Vers unter der Malerei rühmt der Vorrichtung nach, auf diese Weise fahre ein Schiff „schnellstens" gegen den Strom. Das ist zwar eine Übertreibung, doch können wir trotz aller technischen Mängel der Vorrichtung nicht bestreiten, daß der Grundgedanke der Seilschiffahrt von Kyeser richtig erkannt worden ist.

Ums Jahr 1449 vollendete der italienische Ingenieur Jacopo Mariano eine technische Bilderhandschrift, die sich gegenwärtig in der Pariser National-Bibliothek befindet. Mariano entwickelt im allgemeinen selbständige Gedanken, doch es scheint, daß er einige der von Kyeser ausgesprochenen Ideen gekannt hat, vielleicht nur indirekt. So finden wir bei ihm wiederum ein durch die Wasserkraft eines Flusses an einem Tau stromaufwärts bewegtes Schiff[6]). Quer über dem Schiff ist ein Wellbaum gelagert, an dessen über die Schiffswandungen hervorragenden Enden je ein Flügelrad oder unterschlächtiges Wasserrad angebracht ist, das mit seinen Schaufeln

in den Strom taucht. Oberhalb der Stelle, wo das Boot sich befindet, ist ein Seil über den Fluß gespannt. An diesem ist ein zweites langes Seil befestigt, nach dem Boote hingeführt und einigemal um den Wasserradwellbaum geschlungen. Zieht der Bootsmann das freie Ende dieses Seiles etwas an, so kann die Strömung des Flusses das Boot nicht mit sich fortführen, dreht vielmehr die Wasserräder mit ihrem Wellbaume um und windet das Boot stromaufwärts, wenn das Seil in der entsprechenden Richtung um den Wellbaum geschlungen ist. Auch in seiner Münchner Handschrift skizzierte Mariano eine solche Seilschiffahrt (Abb. 155). Damit das Seil hinter dem Schiff genügend straff gespannt werde, ist ein schiffartiger Körper daran festgebunden, der von der Strömung erfaßt werden kann.

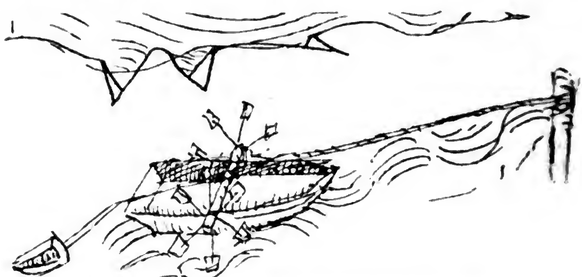


Abb. 155. Selbsttätige Seilschiffahrt. Skizze von J. Mariano. 1438.

Eine wesentliche Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit eines Tauereischiffes mit Wasserradbetrieb erzielte „ein kunstreicher Franzose, ein Präsident von Lyon“, zu Anfang des 17. Jahrhunderts. Der Italiener Faustus Verantius, der ums Jahr 1617 ein Werk über neue Maschinen in Rom veröffentlichte, berichtet uns über diese Seilschiffahrt. Zu unserer Abbildung 156 gibt er nachstehenden Text, nachdem er vorher eine einfachere Methode beschrieben hat: „Die andere Weise ist die, daß man eine Rolle, worin ein Seil läuft, an den Pfahl hängt und das eine Ende des durchgezogenen Seiles an dem Lastschiffe, welches stromaufwärts gezogen werden soll, anbindet, das andere Ende aber an einem kleinen Schiffe, woran zu beiden Seiten zwei Flügel, die stracks in das Wasser hinausstehen, angebracht sind, und die Gewalt des Flusses aufhalten. So wird das kleine Schiff das große Lastschiff hinaufziehen[1].“

Ob die Entwürfe von Kyeser, Mariano und Verantius in der Praxis angewandt wurden, wissen wir nicht. Die erste sichere Nachricht über praktische Versuche mit der Tauerei unternahm der

tapfere Graf Moritz von Sachsen, der seit 1720 in französischem Dienst stand und als Marschall von Sachsen in der Geschichte bekannt ist. Als eifriger Förderer der Gewerbe unternahm er auch die Vervollkommnung der Flußschiffahrt. Seine im Jahre 1732 ausgeführten Versuche ergaben jedoch nur zum Teil ein befriedigendes Resultat. Der Marschall war aber unzweifelhaft der erste, der an Stelle der Seile Ketten zur Tauerei verwendete. Dieser Fortschritt ist um so beachtenswerter, als damals noch nicht einmal Ankerketten im Gebrauch waren. Erst im Jahre 1820 nahmen Tourasse und Courteaut die Versuche mit der Kettenschiffahrt wiederum auf der Saône bei Lyon auf, und seitdem führte sich dieses System schnell weiter ein.

In der in der Münchner Hof- und Staatsbibliothek befindlichen, zur Zeit der Hussitenkriege entstandenen kriegstechnischen Bilder-

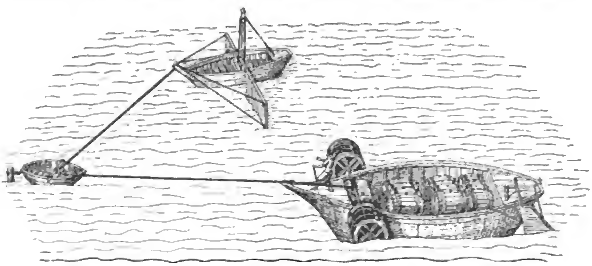


Abb. 156. Seilschiffahrt von F. Verantius. 1617.

handschrift wird ein Schaufelrad zum ersten Male abgebildet und beschrieben, um ein Schiff in beliebiger Richtung über das Wasser zu bewegen Abbildung 157 zeigt die Malerei samt dem zugehörigen Text: „Item das ist ein Schiff, das geht auf stillen Wassern und hat vier Fittiche (Flügelräder). Da gehören vier Mann dazu, zwei hinten und zwei vorn. Und das (Schiff) mag wohl zwanzig (Ge)wappnete tragen und die vier Mann die das Schiff ziehen. Und die Fittiche gehen in das Wasser und inwendig hat jeder Fittich einen Wendel (eine Kurbel), den man inwendig umtreibt. In dem Schiff mag man so fahren auf dem Wasser ab und zu (abwärts und aufwärts) und das Schiff soll verdeckt sein, daß man die Leute nicht gesehen möge (nicht entdecken kann), und (es) soll vorne eine stählerne Spitze haben und an jeglicher Seite eine Nebenspitze (und) eine Büchse (ein Geschütz). Das (Schiff) heißt ein Streit-Schiff, darin die von Katalonien allen andern Schiffen obliegen (überlegen sind).“ Die Skizze[8]) stimmt mit der Beschreibung nicht überein, es sind nur die neuen Anordnungen

des Antriebs verzeichnet, wie überhaupt die ganze Handschrift skizzenhaft gehalten ist. Wir erkennen aus der Beschreibung jedoch den Hauptzweck der damaligen Verwendung von Radschiffen: sie sollten den Ruderbarken überlegen sein und nicht wie eine Segelbarke vom Winde abhängig werden.

In den Kreisen der Kriegsingenieure fand diese Idee der Katalonier anscheinend ihre richtige Würdigung, denn in dem ältesten gedruckten Werk über die Kriegstechnik finden wir wiederum zwei



Abb. 157. Kriegsbarke mit Schaufelrädern. Entwurf von etwa 1430.

Radschiffe. Unsere Abbildung 158 zeigt einen dieser Entwürfe nach einem im Berliner Kupferstich-Kabinett befindlichen Original jenes Druckwerks, das Roberto Valturio im Jahre 1472 zu Verona erscheinen ließ[9]). In Deutschland wurde die Darstellung dieser Radschiffe noch dadurch besonders bekannt, weil der Buchdrucker Ludwig Hohenwang die meisten Bilder des Valturio vier Jahre später bei seiner Übersetzung des alten römischen Kriegsschriftstellers Vegetius zum Abdruck brachte. Diese Vereinigung des Vegetius, der um die Zeit der Völkerwanderung lebte, mit den Abbildungen des Valturio aus dem 15. Jahrhundert hat bisher häufig

zu der Annahme geführt, Vegetius habe schon im 4. Jahrhundert all die technischen Dinge gekannt, die Hohenwang bei der deutschen Übersetzung zum Abdruck brachte. Das ist jedoch grundfalsch, und so rühren auch die zwei Schaufelradschiffe erst von Valturio her. Die Dresdener Bibliothek besitzt eine Handschrift des Valturio vom Jahre 1460, in der die Malereien dieser beiden Schiffe auch schon zu sehen ist. Technisch bemerkenswert ist bei dem einen der beiden Schiffe, daß die fünf Kurbeln der Radachsen durch eine gemeinsame Schubstange gekuppelt sind. Es ist dies, soviel bekannt, die älteste Anwendung der Kuppelstange.

Am 17. Juni 1543 versuchte der Kapitän Blasco de Garay im Hafen von Barcelona auf Anordnung Karls V. das Schiff „Dreifaltigkeit“ durch zwei Schaufelräder fortzubewegen[10]. Es ist über diesen Versuch bis in die neueste Zeit hinein alles mögliche zurechtgefabelt worden, und die Zeitungsschreiber wurden nicht müde,

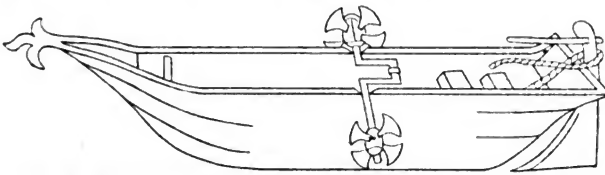


Abb. 158. Kriegsbarke mit Schaufelrädern. Aus dem ersten technischen Druckwerk. 1472.

darin „den ersten Versuch mit einem Dampfschiff“ zu sehen. Doch schon im Jahre 1858 wurde durch Mac Gragor in der Society of Arts richtiggestellt, daß es sich nur um einen Versuch mit einem, allerdings 200 Tonnen großen Schaufelradschiff gehandelt hat. Garay betrieb seine Räder durch 25 bzw. 40 Mann, und er bezweckte damit die Bewegung „großer Transportfahrzeuge selbst bei Windstille ohne Ruder und Segel“. Die Größe des Schiffes ließ jedoch den Versuch mißglücken. Noch heute befinden sich die Briefe und Zeichnungen von Garay im Kgl. Archiv zu Simanca.

Wie die Katalonier einst Kriegsfahrzeuge durch Schaufelräder fortbewegten, ebenso nützten die Niederländer 1574 diese Antriebsvorrichtung aus, um ein großes Batterieschiff, genannt die „Arche von Delft“, gegen den Feind zu bewegen[11]. Im 17. Jahrhundert wissen wir nichts von Versuchen mit Schaufelradschiffen, es sei denn, daß in einigen der damals in ganz allgemeinen Ausdrücken nachgesuchten englischen Patentansprüchen Schaufelradschiffe gemeint sind. Es nahmen nämlich 1632 Thomas Grant und 8 Jahre später Edward Ford englische Patente auf ein Mittel zum Fortbewegen von Schiffen ohne Hilfe von Rudern und Segeln. Im

18. Jahrhundert hingegen mehren sich die Nachrichten über Versuche mit Schaufelradschiffen, und sie führten ja auch schließlich zum Umbau eines solchen Bootes in ein Dampfboot.

Welches Boot mag ich hier wohl meinen? Sicherlich raten viele auf jenes, mit dem Denis Papin, der Erfinder der Dampfmaschine, im Jahre 1707 die Fulda hinabfuhr. Und doch möchte ich gerade diesem Irrtum auch hier wieder energisch entgegentreten[12]). Papin benutzte, wie schon 1882 in den Sitzungsberichten der Berliner Akademie hervorgehoben wurde, ein einfaches Schaufelradboot, kein Dampfboot, als er am 24. (nicht am 27.) September jenes Jahres mit seiner Familie von Kassel bis Münden fuhr, um sich nach England zu begeben. Die so schöne — leider auch im Bilde verewigte — Geschichte von der Zerstörung seines Dampfbootes durch die dem Fortschritt feindlichen Schiffer ist ein Märchen. Papin, der um die Erlaubnis zum Befahren der Weser vergeblich eingekommen war, beharrte auf seinen Plan, mit einem Schaufelradschiff bis zur See zu fahren. Die Behörde schickte ihm deshalb am 25. Juli ein Verbot, das ihm das Befahren der Weser unter Hinweis auf die bestehenden Rechte der Schifferinnung untersagte. Papin jedoch, ein eigensinniger Charakter, wollte sich am zweiten Tage seiner Fahrt, am 25. September, die Einfahrt aus der Fulda in die Weser erzwingen, geriet deshalb mit den Schiffern in Streit, und infolgedessen wurde ihm sein Fahrzeug zerstört. Es handelt sich hier also keineswegs um einen Kampf der Schiffer gegen den Fortschritt, sondern um einen Eingriff Papins in die bestehenden Rechte der Weserschiffer. Aus dem einfachen Schaufelradschiff wurde übrigens erst im Jahre 1833 in der von Piderits herausgegebenen Geschichte von Kassel ein „Dampfboot" gemacht, ohne daß Piderits für diese Behauptung irgendeinen Grund angeführt hätte. Ich glaube aber, das Jahr 1933 geht noch ins Land, ehe der Irrtum ganz aus unsern Geschichtswerken ausgemerzt ist.

Von den weiteren Versuchen, Schiffe mit Hilfe von Schaufelrädern zu bewegen, seien noch die wichtigsten hier aufgeführt. Da war im Jahre 1739 der Hofuhrmacher I. G. Graupner, der am 2. September auf der Elbe ein Boot versuchte, das 20 Personen trug, und durch Schaufelräder, die mit der Hand bewegt wurden, vorwärts fuhr[13]). Wohl nach dem von I. A. Euler 1764 gemachten Vorschlag konstruierte später der Franzose de la Ron d'Elbeuf ein Schiff, dessen acht Schaufelräder nur von vier Mann gedreht wurden. Es wurden auch Versuche damit gemacht, es gelang aber nicht, das Fahrzeug, wie beabsichtigt, mit einer stündlichen Fahrgeschwindigkeit von sechs bis sieben Meilen als Postschiff zu bewegen[14]). 1787 machte auf der Donau ein gewisser Kunz am 17. Juni den Versuch, ein Boot von 36,2 m Länge mit Hilfe von Schaufelrädern zu bewegen, die gleichfalls von Hand getrieben wurden. Doch auch dieses Unternehmen hatte keinen nachhaltigen Erfolg[15]).

Im gleichen Jahre ließ der Privatmann Patric Miller zu Dumfries in Schottland sich ein Doppelboot von 7,6 m Länge und 2,12 m Breite bauen. Das Fahrzeug wurde auf dem Firth of Forth durch Handkurbeln mit Hilfe eines am Heck liegenden Schaufelrades bewegt, und es soll sogar die dort fahrenden Segelboote besiegt haben[16]. Doch schon im Oktober des folgenden Jahres wurde das Millersche Schaufelradboot durch Einbau einer Dampfmaschine verbessert. Der Vorschlag rührte von James Taylor her. Die zweizylindrige Maschine, die sich noch heute im South Kensington-Museum in London befindet, stammte von dem englischen Ingenieur Symington und gab dem Fahrzeug bei seiner Probefahrt am 14. Oktober 1788 eine stündliche Geschwindigkeit von fünf englischen Meilen oder 7,6 km[17]).

Dieser erfolgreiche Versuch mit einem Dampfschiff war aber keineswegs der erste seiner Art.

Schon am 21. Dezember des Jahres 1736 hatte der Engländer Jonathan Hulls ein Patent auf die Anwendung der Dampfmaschine „zum Befördern der Schiffe in den Hafen und aus demselben bei widrigen Wind- und Wasserströmungen oder bei Windstille" genommen. Soviel aus der Beschreibung des Erfinders hervorzugehen scheint[18]), wurde mit einem derartigen Boot 1737 schon ein praktischer Versuch unternommen.

Im Jahre 1772 erhielt Graf Auxiron vom König von Frankreich auf 15 Jahre ein Privileg, die Dampfschiffahrt auf allen französischen Gewässern betreiben zu dürfen. Zwei Jahre später kam auch ein Dampfschiff zustande, das aber bei seiner Probefahrt auf der Seine sank. Im folgenden Jahre machte Jacques Constantin Périer in Paris eine Probefahrt mit einem Dampfschiff, das von einer Maschine mit einer Pferdekraft betrieben wurde. Diese Leistung war so gering, daß der Versuch unbefriedigt ausfiel. Ein Jahr später baute der Marquis Claude de Jouffroy d'Abbans ein 40 Fuß langes, 6 Fuß breites Dampfboot, das bei seiner Probefahrt auf dem Doub im Juni nicht recht vorwärts kam. Im Jahre 1781 aber bewegte sich ein Dampfschiff dieses Konstrukteurs am 15. Juli eine Stunde lang in Gegenwart von 10000 Personen auf der Saône bei Lyon gegen den Strom[19]).

Inzwischen hatte man auch in Amerika die Dampfschiffahrt einzuführen versucht. Über die erste Dampfschiffahrt in der Neuen Welt, die C. Colles im Jahre 1773 zu Philadelphia unternahm, weiß man nichts Genaueres[20]). Im Jahre 1787 setzte der Ingenieur John Fitch auf dem Delaware das erste Schraubendampfschiff „Perseverance" in Betrieb. Das Fahrzeug hatte eine Länge von 7,6 m und eine Breite von 2,12 m. Die stündliche Geschwindigkeit betrug zwar nur 9,25 km, doch war man mit dem Ergebnis so sehr zufrieden, daß Fitch am 28. Mai desselben Jahres schon „das alleinige Recht und die Vorteile" erwarb, „das Dampfboot, das er kürzlich erfunden, eine unbestimmte Zeitlang zu bauen und zu benutzen"[21]).

Um die gleiche Zeit beschäftigte sich in Virginien der Ingenieur James Rumsey mit dem Bau eines Dampfschiffes, das er sogar dem Präsidenten Washington vorführte. Die Geschwindigkeit dieses Fahrzeuges erreichte aber noch nicht 5 km in der Stunde, dennoch suchte der amerikanische Publizist Th. Paine im Jahre 1788, den amerikanischen Kongreß für die Einführung der Dampfschiffahrt zu gewinnen.

Im Oktober des Jahres 1788 wurde in das Schaufelradboot von Miller, von dem wir auf der vorigen Seite hörten, eine zweizylindrige Dampfmaschine eingebaut und damit eine Fahrgeschwindigkeit von 7,6 km in der Stunde erreicht. Obwohl das Ergebnis der Probefahrt vom 14. Oktober 1788 recht günstig war, wurde die Maschine

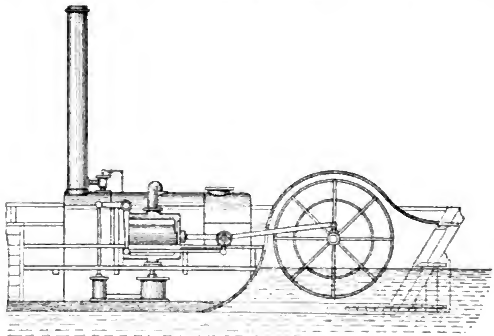


Abb. 159. „Charlotte Dundas", Dampfschiff von 1802.

bald wieder aus dem Schiff entfernt. Mit vieler Mühe gelang es später, die Reste der Maschine wieder zusammenzusetzen. Heute steht sie als älteste erhaltene Schiffsmaschine im Kensington-Museum zu London[22]).

Der Erbauer dieser Schiffsmaschine, der Schotte William Symington, baute im Jahre 1802 auf Grund eines Patentes[23]) eine Dampfmaschine in das Schiff „Charlotte Dundas" ein. Dieses erste dauernd im Betrieb gewesene Dampfschiff hatte eine Länge von 14 m, eine Breite von 5,4 m und einen Tiefgang von 1,4 m. Bemerkenswert ist, daß der Dampfzylinder der Maschine hier liegend angeordnet war. Als das Dampfschiff sich am 27. Juni 1802 auf der Themse zeigte, berichteten die Zeitungen: „Man verspricht sich von diesem Gebrauch der Dampfmaschinen bald die wichtigsten Folgen[24])."

Als die „Charlotte Dundas" im März 1802 auf dem Forth und Clyde-Kanal ihre Fahrten aufnahm, war sie das Ziel vieler Fremden. Auch der amerikanische Maler Robert Fulton, der sich zur Verwertung seiner Torpedo-Erfindung in Europa aufhielt, sah das Dampfschiff. Als er nach Paris kam, vereinigte er sich mit Livingston, dem dortigen amerikanischen Gesandten, zur Anwendung der Dampfkraft für die Schiffsbewegung. Da sich aber schon mehrere Konstrukteure mit diesem Vorhaben beschäftigten, reichte er am 24. Januar 1803 dem Conservatoire des arts et métiers seine Pläne zur Sicherung der Priorität ein. Schon im Frühjahr war ein kleines Boot mit Dampfmaschine so weit fertiggestellt, daß eine Probefahrt auf der Seine unternommen werden sollte. Das Boot erwies sich aber für die schwere Maschine zu schwach, es brach auseinander und sank. Alsbald wurde die Maschine gehoben und in ein starkes, 20 m langes Boot eingebaut. Dieses machte am 9. August 1803 auf der Seine seine Probefahrt. Als Fulton im folgenden Jahre Napoleon I. den Vorschlag machte, mit Hilfe von Dampfern unabhängig von Wind und Wetter eine Armee in England zu landen, ließ Napoleon das Projekt durch das Nationalinstitut in Paris prüfen. Am 21. Juli des Jahres aber schrieb Napoleon an den Minister de Champagny: „Sie haben mich viel zu spät darauf aufmerksam gemacht, daß dieses Projekt imstande ist, das Aussehen der Welt zu verändern . . . Eine großartige Wahrheit, eine tatsächliche, handgreifliche Wahrheit steht vor meinen Augen. Sache der betreffenden Herren (der Kommission) wird es sein, dieselbe zu sehen und sich zu bemühen, sie zu erfassen[25]). Sobald Bericht darüber erstattet ist und Ihnen zugegangen sein wird, ist er mir zu übersenden. Sorgen Sie dafür, daß diese Sache in höchstens 8 Tagen erledigt ist; denn ich bin ungeduldig." Es ist also nicht richtig, daß Napoleon ein Feind des Dampfschiffes war.

Fulton beschloß, die endgültigen Versuche mit seinem Dampfschiff in Amerika auszuführen. Dort hatte neuerdings der Kolonel John Stevens in Hoboken an einem Dampfschiff gearbeitet. Das Boot, „Phönix" geheißen, war 15 m lang und wurde mittels zweier Schiffsschrauben vorwärts bewegt. Es ist dies der erste Versuch zur Erbauung eines Schraubendampfers. Noch heute besitzt das Stevens-Institut, eine höhere technische Lehranstalt zu Hoboken, die Dampfmaschine, die dieses Schiff ehemals bewegte. Ehe Stevens jedoch zu einem größeren Versuch kam, hatte Fulton seine Pläne schon verwirklicht.

In Europa hatte er persönlich in der berühmten Fabrik von Boulton & Watt die Dampfmaschine zu dem Boot bestellt, dann reiste er der Maschine voraus nach Neuyork, wo er am 13. Dezember 1806 eintraf. Da auch Livingston von Paris nach Amerika zurückgekehrt war, betrieben beide eifrig die Fertigstellung des Fahrzeuges. Das Schiff, das im Frühjahr 1807 vom Stapel lief, erhielt den Namen „Claremont", hatte eine Länge von 40,5 m, eine Breite

von 5,48 m und einen Tiefgang von 2,74 m. Der Name des Schiffes war nach Livingstons Landsitz, der bei Claremont lag, gewählt. Die heute allgemein verbreitete Ansicht, dieses erste Dampfschiff der Praxis habe Clermont geheißen, ist also falsch; auch in den Originalzeichnungen von Fulton findet sich die Schreibweise Claremont. Am 17. August des Jahres 1807 — fälschlicherweise nennt man meist den 7. Oktober — wurde die erste größere Fahrt unternommen. „Eine große Volksmenge — sagt Matchoss[26]) — hatte sich neugierig, eines Mißerfolges sicher, an der Abfahrtstelle eingefunden. Man spottete über ‚Fultons Folly‘ und rief ihm höhnend zu, er solle ihnen auch ein Stück vom Nordpol mitbringen. Das Schiff sah merkwürdig genug aus. Kessel, Maschine und Schornstein mußten mehr Furcht als Zutrauen erregen. Die plumpen großen Seitenräder waren noch ohne Schutzkasten und zeigten die acht ungeheuren Schaufeln, die bei jeder Umdrehung auch noch das Deck mit Wasser ‚versorgten‘. Der Schornstein erreichten mit seinen 30 Fuß (9,14 m) Höhe fast die Masten. Die Spannung der Zuschauer stieg, als endlich die Maschine in Gang gesetzt wurde und wirklich unter gewaltigem Lärmen das Schiff vorwärts bewegte. Der Spott des Volkes verwandelte sich sehr bald in lauten Beifall, der sich bei allen Landungsbrücken wiederholte. Auch unterwegs soll der Claremont nicht nur Bewunderung, sondern auch Angst und Schrecken verursacht haben. Aus dem Schornstein schlugen die Flammensäulen und Funken hoch hinaus, da der Kessel mit trockenem Fichtenholz geheizt wurde. Dies Feuerwerk, verbunden mit dem Stampfen, Stöhnen und Geratter der Maschine, und die Tatsache, daß ein großes Schiff sich gegen den Strom ohne Wind bewegen konnte, genügten, um bei abergläubischen Schiffern, die auf ihren Frachtschiffen fuhren, Furcht und Entsetzen zu erregen. Augenzeugen sollen erzählt haben, daß ganze Schiffsmannschaften auf ihre Knie fielen und Gott gebeten haben, sie vor dem schrecklichen Ungetüm zu beschützen, das auf dem Wasser einherzog und seinen Weg durch die Flammen, die es ausspie, beleuchtete."

Fulton selbst berichtet über die Fahrt[27]):

„Ich überholte viele Schaluppen (Sloops) und Schuner und fuhr an ihnen vorüber, als lägen sie vor Anker. Die Dampfkraft zum Treiben von Schiffsbooten ist nun voll erprobt worden. Am Morgen, als ich Neuyork verließ, gab es nicht 30 Personen, welche glaubten, daß mein Boot auch nur eine Meile stündlich laufen würde, und während wir die Landungsbrücke verließen, welche mit Zuschauern bedeckt war, mußte ich viele sarkastische Bemerkungen anhören. Dies ist die Art, in welcher Unwissende die Leute begrüßen, welche sie ‚Philosophers‘ und ‚Projektenmacher‘ nennen. Auch die Aussicht auf persönlichen Vorteil wurde mir als Beweggrund zugeschrieben, doch ich fühlte unendlich mehr Vergnügen in dem

Gedanken an die ungeheuren Vorteile, die meinem Vaterlande durch diese Erfindung zuteil werden würden.“

Die erste Fahrt führte von Neuyork nach Albany. Die Strecke von 150 Meilen wurde trotz des Gegenwindes auf der Hin- und Rückreise in 32 Stunden zurückgelegt. Im folgenden Winter wurde das Schiff umgebaut, der Schiffskörper verlängert und mit einem Verdeck versehen. Mit diesem Fahrzeug begann im Jahre 1808 der regelmäßige Dampferverkehr zwischen Neuyork und Albany. Zur Fulton-Feier, die im Jahre 1909 in Neuyork stattfand, wurde das Schiff wieder getreu dem alten Dampfer neu erbaut. Auf den Fluß- und Seegebieten Amerikas vermehrten sich dann die Dampf-

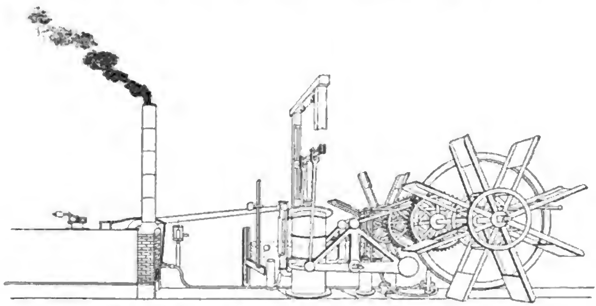


Abb. 160. Kessel, Maschine und Schaufelräder von Fultons Dampfer „Claremont“. 1807.

schiffe so schnell, daß bereits im Jahre 1840 über tausend Dampfer allein auf dem Mississippi und seinen Nebenflüssen in Betrieb waren.

In Europa wurde die Dampfschiffahrt durch einen schottischen Unternehmer, Henry Bell, eingeführt. Bell schloß an die Vorarbeiten von Symington an, ohne diesem aber irgendwelche Vergütung dafür zukommen zu lassen, so daß Symington in seinen späteren Lebensjahren auf Unterstützungen seiner Freunde angewiesen war. Bell war ein geborener Schotte. Der Schule entlaufen, wurde er zunächst Viehhirt, dann Maurerlehrling und später Zimmermann, Mühlenbauer, Schiffsbauer und Färbereibesitzer. Verschiedentlich vergriff er sich an den Patentrechten anderer Leute. Im Jahre 1811 ließ er sich in Glasgow ein Dampfschiff „Comet“ erbauen, das im Juli des folgenden Jahres seine Probefahrt machte und zu Anfang August mit 20 Fahrgästen an Bord seine erste öffentliche Fahrt unternahm. Durch eine Anzeige in den Glasgower Zeitungen vom 5. August 1812 wird bekannt gemacht, daß die Dampfschiffahrt eröffnet sei.

Von Interesse ist ein Flugblatt[28]), das Bell damals über die Eröffnung der europäischen Dampfschiffahrt herausgab:

„Dampf-Reiseboot der ‚Comet' zwischen Glasgow, Greenock und Helensburgh, ausschließlich für Fahrgäste.

Der Unterzeichnete hat nach vielen Kosten ein schönes Schiff auf dem Clydefluß zwischen Glasgow und Greenock in Fahrt gestellt, welches bestimmt ist, mit der Kraft des Windes und des Dampfes zu segeln. Er beabsichtigt, daß das Schiff vom Broomielaw Dienstag, Donnerstag und Samstag mittags oder zu einer durch die Strömung (Ebbe) begünstigten Zeit abgeht, und von Greenock Montag, Mittwoch und Freitag am Morgen, der Flut entsprechend. Von der Eleganz, dem Komfort und der Sicherheit, sowie von der Geschwindigkeit des Schiffes möge das Publikum sich überzeugen, und der Eigentümer ist bereit, alles zu tun, was in seiner Macht steht, die Gunst des Publikums zu verdienen. Die Preise sind vorläufig festgesetzt, und zwar für die erste Kabine 4 Schillinge und auf 3 Schillinge für die zweite. Außer diesem Betrage ist dem Dienstpersonale an Bord nicht gestattet, Geld anzunehmen. Der Unterzeichnete behält seine Badeanstalten wie früher bei, und ein Schiff wird stets bereit sein, die Fahrgäste des ‚Comet' von Greenock nach Helensburgh überzusetzen. Fahrgäste für den ‚Comet' erhalten Auskunft bezüglich der Abfahrtzeit in Mr. Houslens Office Broomielaw oder bei Mr. Thomas Blackmeys.

Helensburgh Bath, August 5. 1812.

Henry Bell."

Bell machte durch sein Unternehmen für die Einführung der Dampfschiffahrt wirksame Reklame. Das Schiff selbst wurde verschiedentlich umgebaut und mit einer stärkeren Maschine versehen. Am 15. Dezember 1828 scheiterte es. Die Maschine aber wurde gehoben und wird noch heute im Kensington-Museum in London aufbewahrt. Auch in Europa führte sich die Dampfschiffahrt fast ebenso schnell ein wie in Amerika. Der erste Dampfer auf der Elbe war die „Lady of the Lake", die am 19. Juni 1816 regelmäßige Fahrten von Hamburg nach Cuxhaven unternahm. Preußens erstes Dampfschiff „Prinzessin Charlotte" wurde am 21. Juni desselben Jahres zu Spandau auf Kiel gelegt. Die Rheindampfschiffahrt begann im gleichen Jahre durch eine Fahrt, die das englische Schiff „Difiance", das von Margate nach Rotterdam gekommen war, bis Köln fortsetzte. Die Kölnische Zeitung berichtet darüber am 13. Juli: „Heute gegen Mittag erblickten wir auf unserem schönen Rheinstrom ein wundervolles Schauspiel. Ein ziemlich großes Schiff, ohne Mast, Segel und Ruder, kam mit ungemeiner Schnelle den Rhein heraufgefahren. Die Ufer des Rheines und die vor Anker liegenden Schiffe waren in einem Augenblick von der herbeiströmenden Volksmenge bedeckt. Das die allgemeine Neugierde reizende Schiff war ein von London nach Frankfurt reisendes eng-

lisches Dampfboot. Jedermann wollte den inneren Bau dieses Wunderschiffes und die Kräfte erforschen, welche dasselbe in Bewegung setzten. Seine innere Einrichtung, flüchtig betrachtet, ist folgende: Der innere Schiffsraum zerfällt in drei Teile, wovon die äußeren je ein Wohnzimmer und der mittlere einen Feuerherd samt den Brennstoffen enthalten. Dieser ist oben mit Steinen zugedeckt, brennt beständig und verwandelt das siedende Wasser in Dämpfe, welche die Walze treiben, die an jedem ihrer Enden ein Rad mit acht Schaufeln hat, wodurch die Kraft der Ruder ersetzt und das Schiff fortgetrieben wird. Bloß hierdurch in Bewegung gesetzt, kann das Schiff bei der jetzigen starken Wasserhöhe gegen die heftigste Strömung schneller herauf, als es von Pferden gezogen werden könnte. Vorigen Donnerstag verließ es Rotterdam, und nach der Versicherung der Reisenden kann es in einem Tage eine Strecke von 25 Stunden zurücklegen.

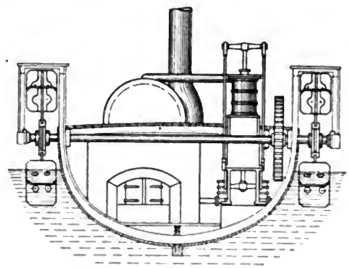


Abb. 161. Schnitt durch Bells Dampfer „Comet".

Auf dem Verdeck erblickt man zwei ziemlich erhabene Rauchfänge, wovon der größere dem Feuerherde, der kleinere dem Ofen des Wohnzimmers dient. Auf den ersten Blick staunt man über die Gewalt der Dämpfe, allein, wenn man weiß, daß das Wasser in Dampfgestalt einen 1470mal größeren Raum einnimmt, so sieht man leicht, daß unglaubliche Wirkungen hervorgebracht werden müssen, wenn die Dämpfe in einem engen Raum eingeschlossen werden, um durch ihre Ausdehnung fremden Widerstand zu besiegen. Lissabons und Kalabriens Zerstörung, die Ausbrüche der Vulkane sind Beweise, welche uns über die Allgewalt des Wassers, wenn es sich mit dem Feuer gattet, mit Grauen erfüllen. Die Kraft der Dampfmaschine beruht auf demselben Grunde. Man bedient sich derselben mit außerordentlichem Nutzen beim Bergbau, in den größeren Brauhäusern zu London und in anderen Fabriken, wo große Bewegungskräfte gebraucht werden. Die Dampfmaschinen ersparen der britischen Nation täglich 75000 Lstrl. Diese Summe

müßte täglich mehr ausgegeben werden, wenn man die Kräfte der Dampfmaschinen durch Menschenarme ersetzen wollte. Watt und Boulton zu Birmingham liefern die vollkommensten Dampfmaschinen. Diese ganze Erfindung und die Vervollkommnung derselben verdankt man dem an Tiefe dem Deutschen verwandten Genius des Briten."

In den folgenden Jahren befuhr der 81 jährige James Watt auf einem Dampfschiff, der „Caledonia", den Kanal und den Rhein bis nach Koblenz hinauf. So erlebte der große Mann, dem wir die Ausgestaltung der Dampfmaschine verdanken, die Freude, seine Erfindung, auf ein neues Verkehrsmittel angewandt, noch in seinen alten Tagen benutzen zu können[29]). Die regelmäßige Dampfschifffahrt wurde auf dem Rhein allerdings erst im Jahre 1827 durch die „Rheinisch-preußische Dampfschiffahrts-Gesellschaft" zu Köln eröffnet[30]).

Auf der Weser ließ der Großkaufmann Friedrich Schröder aus Bremen im Jahre 1816 auf Grund eines ihm vom Bremer Senat erteilten Privilegs das Dampfschiff „Weser" erbauen, das am 30. Dezember 1816 als erstes in Deutschland erbautes Dampfschiff vom Stapel lief. Die Dampfmaschine dazu war allerdings noch aus England bezogen worden. Sie leistete 14 P. S.

Im vorhergehenden Jahre hatte Fulton den Dampfer „Fulton the first" in Amerika als Kriegsdampfschiff in Dienst gestellt, und obwohl dies nicht der erste Versuch seiner Art war (vgl. S. 134), ist von diesem Jahre ab eine neue Epoche der Kriegsführung zur See zu rechnen.

Wenige Jahre später begann auch die Ozeandampfschiffahrt. Ein als Segelschiff erbautes Schiff, die „Savannah", wurde mit einer Dampfmaschine ausgerüstet und machte sich am 26. Mai 1819 von Savannah aus auf den Weg nach Europa. Am 20. Juni langte dieser erste Ozeandampfer in Liverpool an, hatte aber die letzten acht Tage nur mit Segelkraft fahren können, da das Schiff nicht imstande war, die nötige Menge des zur Feuerung verwendeten Fichtenholzes zu fassen. In Europa wurde die Ankunft mit großem Jubel begrüßt. Eine Zeitung berichtete damals, daß die Savannah an der irischen Küste allerdings von einem Zollkreuzer einen ganzen Tag lang verfolgt wurde, weil die Zollbeamten glaubten, es handle sich um ein „brennendes Schiff", und in Liverpool soll man sogar befürchtet haben, man wolle mit diesem Dampfer Napoleon von St. Helena befreien. Trotz des großen Erfolges wollte sich niemand zum Ankauf des Dampfers entschließen. Dadurch wurden weitere Versuche aufgegeben. Erst im Jahre 1825 fuhr das Dampfschiff „Falcon" nach Indien, doch benutzte man auch auf dieser Fahrt noch zeitweise die Segel. Die Engländer nahmen bald nachher durch den Dampfer „Enterprise" die Verbindung mit ihren ostindischen Besitzungen auf, und die Niederländer schufen sich seit 1829 durch den Dampfer „Curaçao" eine Verbindung mit den westindischen

Kolonien. Große Erfolge wurden mit diesen verschiedenen Unternehmungen aber nicht erzielt, weil der Verbrauch an Brennmaterial damals so ungeheuer war, daß die Dampfer zum Transport von Waren fast gar keinen Raum mehr zur Verfügung hatten. Erst im Jahre 1833 gelang es dem Dampfer „Royal William“, in den Tagen vom 18. August bis 12. September eine Fahrt über den Atlantischen Ozean zu machen, ohne sich dabei der Segel zu bedienen. Doch weitere fünf Jahre vergingen, ehe eine regelmäßige Ozeandampfschiffahrt in Betrieb kam. Die beiden in England erbauten Dampfer „Syrius“ und „Great Western“, deren ersterer eine Raumverdrängung von 700 t und eine Maschinenkraft von 250 P. S., deren letzterer 1340 t faßte, fuhren im Jahre 1838 am gleichen Tage nach Amerika. Der „Syrius“ lief von Cork aus in der Zeit vom 4. bis 23. April, also in 19 Tagen, nach Neuyork. Der „Great Western“, der Bristol am 8. April verlassen hatte, langte am selben Tage in Neuyork an. Es hatte trotz des größeren Raumgehaltes mit seiner 450pferdigen Maschine die Fahrt in 15 Tagen zurückgelegt. Das Ergebnis beider Fahrten war sehr günstig, denn ein Segelschiff brauchte damals noch 30 Tage. Der „Great Western“ machte bis zum Jahre 1844 insgesamt 70 Fahrten über den Ozean und brauchte dazu durchschnittlich 14½ Tage. Hiermit war ein Weg gewiesen, auf dem sich die Ozeandampfschiffahrt nun stetig weiter entwickelte. Zwei Jahre vorher hatte der Professor der Physik an der Universität London, Dionysius Lardner, allerdings noch auf Grund ernsthafter Studien den Ausspruch getan: „Der Gedanke, eine ozeanische Dampfschiffahrt eröffnen zu wollen, gleicht vollkommen jenem anderen, eine Reise nach dem Monde.“

Im Jahre 1840 wurde die erste transatlantische Dampferlinie, die „British and Nord Amerikan Royal Mail Steamship Company“, durch Samuel Cunard aus Halifax gegründet. Der erste Dampfer dieser heutigen sogenannten Cunardlinie ging am 4. Juli 1840 von Liverpool nach Neuyork. Einen großen Aufschwung nahm die Ozeandampfschiffahrt in den fünfziger Jahren des 18. Jahrhunderts. Im Jahre 1852 war man in England an den Bau eines Riesendampfers, „Great Eastern“, eines Schiffes von 210,6 m Länge, 25,1 m Breite und 27000 t Wasserverdrängung, gegangen. Eine Maschinenkraft von 7700 P. S. bewegte eine Schraube und zwei riesige Schaufelräder. Außerdem standen 5200 qm Segelfläche zur Verfügung. Am 3. November 1857 sollte das Schiff, damals „Leviathan“ genannt, auf der Themse bei London vom Stapel laufen. Doch die Schwierigkeiten waren so ungeheure, daß der Stapellauf erst am 31. Januar 1858 zu Ende war. 20 Millionen Mark hatte das Fahrzeug gekostet, und als es ins Wasser kam, zeigte es sich sehr wenig seetüchtig. Die einzige Großtat, die das Schiff vollbrachte, war die Legung des transatlantischen Kabels im Jahre 1865. In Deutschland ging man vorsichtiger zu Werke. In Hamburg hatte sich 1847 eine Aktiengesellschaft gebildet, die am 2. Juni 1856 die

Ozeandampfschiffahrt mit einem von Schichau in Elbing erbauten eisernen Schraubendampfer „Borussia“ unternahm. Am 17. Juni kam die „Borussia“ in Neuyork an. Aus dieser damaligen kleinen Aktiengesellschaft entwickelte sich die heutige Hamburg-Amerika-Linie. Am 20. Februar 1857 wurde in Bremen der Norddeutsche Lloyd gegründet, der seinen Betrieb zunächst mit drei kleinen Dampfern nach England hin aufnahm. Doch schon im folgenden Jahre ging sein Schraubendampfer „Bremen“ am 19. Juni vom Bremer Hafen aus nach Neuyork, wo er am 4. Juli ankam. In bezug auf die Konstruktion wurde im 19. Jahrhundert besonderer Wert auf die Ausbildung der Schiffskessel, der Dampfmaschinen und der Schiffsschrauben gelegt. Bei den Dampfkesseln führen die bedeutsamen Arbeiten so sehr ins Technische, daß wir uns hier nicht weiter damit beschäftigen können. Der Bau der Schiffsdampfmaschinen nahm einen gewaltigen Aufschwung, seitdem John Elder im Jahre 1858 die von dem Niederländer Roentgen erfundene Verbundmaschine mit dem Oberflächenkondensator vereinigt hatte. Unter dem Namen „Compoundmaschine“ führte sich diese Maschine als Schiffsmaschine schnell ein. Noch höherer Dampfdruck ließ sich auf Grund des Patents von Howden aus dem Jahre 1860 in Schiffsmaschinen verwenden, weil hier der Dampf nacheinander in drei verschiedenen Zylindern wirken konnte. Auf dem europäischen Kontinent führte sich die Dreifach-Expansionsmaschine seit dem Jahre 1881 ein (Abb. 162). Bis heute ist sie im Schiffbau die herrschende Maschine geblieben, wenn auch in den letzten Jahren die Dampfturbinen ihr den Rang streitig zu machen suchen.

Gegenwärtig wetteifern die großen Dampfergesellschaften in Amerika und Europa fast bei jedem Neubau, ihre Schiffe zu verstärken und zu vergrößern. Unsere Schnelldampfer haben heute meist 35000 bis 43000 t Wasserverdrängung. Die größte Maschinenkraft hat die „Lusitania“ der Cunardlinie. Sie besitzt zum Antrieb der vier Schraubenwellen zwei Hochdruck- und zwei Niederdruckturbinen für den Vorwärtsgang und außerdem zwei Niederdruckturbinen für den Rückwärtsgang. Die Gesamtleistung dieser Maschine beträgt 68000 P. S. Bei einer Fahrt, die sie kürzlich zurücklegte, schlug sie in bezug auf Geschwindigkeit alle bisherigen Leistungen von Personendampfern. Sie beendete am 2. August 1909 ihren Weg von Irland nach Neuyork nach einer Fahrt von 4 Tagen 14 Stunden und 38 Minuten. Es entspricht dies der größten bisher erreichten Geschwindigkeit eines Personendampfers, nämlich 25,85 Knoten in der Stunde. Die schnellsten Schiffe überhaupt sind vier Torpedobootszerstörer, die von der Firma F. Schichau in Elbing für die Kaiserlich chinesische Marine erbaut wurden. Sie fahren mit einer Geschwindigkeit von 36,7 Knoten oder 68 km in der Stunde (Abb. 163).

Es ist hier des beschränkten Raumes halber nicht möglich, auf die moderne Einrichtung eines Ozeandampfers einzugehen. Nur

über zwei wichtige Dinge, die Schiffsschraube und den Anker, muß noch einiges gesagt werden, weil hierüber in bezug auf den Ursprung falsche Meinungen im Umlauf sind. So wird die Erfindung

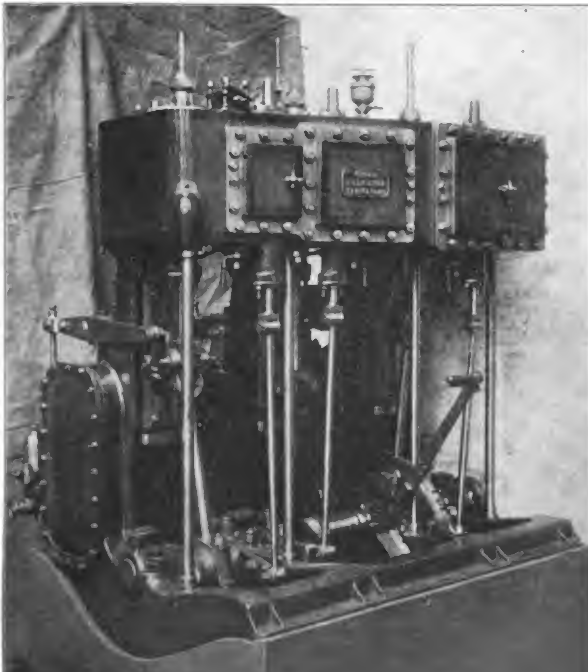


Abb. 162. Die erste auf dem Kontinent erbaute Dreifachexpansionsmaschine.

der Schiffsschraube allgemein dem Österreicher Joseph Ressel zugeschrieben. Doch wir hörten schon, daß der von Stevens im Jahre 1804 erbaute kleine Dampfer mit Schrauben, sogar mit Doppelschrauben, ausgerüstet war. An dem in Hoboken aufbewahrten Modell von Stevens kann man noch heute die Anordnung der



Abb. 163. Chinesische Torpedojäger, von Schichau in Elbing erbaut. Die schnellsten Schiffe der Erde.

Schrauben sehen. Aber schon im Jahre 1731 schlug ein Franzose vor, sich der Schiffsschraube bei der Seilschiffahrt zu bedienen, und im Jahre 1752 legte der Mathematiker Bernoulli der Pariser Akademie der Wissenschaften eine Schiffsschraube vor, die unterhalb des Kieles angebracht war. Selbst die Idee der Doppelschraubenboote läßt sich schon 1768 in einem Werk über die Theorie der archimedischen Schraube nachweisen. Das erste Patent auf einen „Schiffspropeller" nahm der bekannte englische Ingenieur Brahma schon 1785. Joseph Ressel erhielt am 11. Februar 1827 von der Wiener Hofkammer ein Patent auf die Anwendung der Schraube für Dampfschiffe. Zwei Jahre später wollte er die Konstruktion in Triest versuchen; die Polizei aber hinderte ihn daran, weil sie den Versuch für zu gefährlich hielt. Erst Francis Pettit Smith, der im Jahre 1835 in England ein Patent auf einen Schraubendampfer nahm, hatte einen Erfolg zu verzeichnen; denn er verkaufte sein Patent 1839 an die „Ship Propeller Company", die ihm sogleich Verbreitung verschaffte[31]).

Um ein Schiff gegen das Forttreiben zu sichern, verwendete man schon früh schwere Ankersteine. So berichten die Homerischen Gesänge: „Nun setzten sich alle hin auf die Bänke nach der Ordnung und lösten das Seil vom durchlöcherten Stein, beugten sich vor und zurück, und schlugen das Meer mit dem Ruder[32])." Aus der Stein- und Bronzezeit haben sich derartige Steinanker zahlreich in Schweizer Pfahlbauten gefunden. Im Museum zu Kiel liegt ein Anker, der zu La Tène gefunden wurde, also etwa um 250 vor Christi Geburt entstand. Er zeigt den Übergang zu den Eisenankern, indem ein Steinzylinder mit vier eingesetzten eisernen Widerhaken versehen ist. In Griechenland war der metallene Anker zuerst wohl einarmig und bestand aus einer schweren, kurzen Eisenstange, von der ein gebogener Arm in die Höhe steigt. Den zweiarmigen Anker soll, nach Strabos Bericht, der Skythe Anacharsis ums Jahr 580 v. Chr. eingeführt haben. Das kann zutreffen, denn um 500 findet man zweiarmige Anker auf den Münzen des Aspendus dargestellt[33]).

Erst im Jahre 1846 konstruierte Porter einen Anker, bei dem das Flügelstück am Schaft beweglich ist, so daß sich einer der beiden Flügel sehr tief in den Grund festlegen kann. Diese Konstruktion wurde 1854 von Martin dahin verbessert, daß sich beide Arme gleichzeitig in den Grund eingraben.

Die anscheinend moderne Erfindung der Ankerketten an Stelle der Seile, die im nassen, und besonders im gefrorenen Zustande äußerst schwierig zu handhaben waren, findet sich schon bei Cäsar und Strabon als eine Erfindung der Veneter erwähnt[34]). Später versuchte man verschiedentlich die Wiedereinführung, so im Jahre 1634 Philipp White und im Jahre 1791 Collin Mackenzie. Doch erst im Jahre 1825 verließen die ersten Schiffe mit eisernen Ankerketten den Hafen von Vear in England.

Zum Schluß ist nur noch einiges über die Unterseeboote hier zu sagen.

In der Valturio-Handschrift[35]) der Dresdener Bibliothek sieht man aus dem Jahre 1460 sogar das unterseeische Schiff abgebildet, dessen Darstellung gleichfalls wieder in dem ältesten gedruckten Kriegsbuche vorkommt (Abb. 164). Einmal ist die Darstellung geschlossen, das andere Mal geöffnet gegeben. Durch Kurbeln, die man sich im Innern des Bootes liegend zu denken hat, sollen Schaufelräder umgedreht werden, um das Schiff fortzubewegen. Auch in den Druckausgaben „der geschicht des großen allexanders“ sieht man wieder den Unterseeversuch abgebildet (Abb. 142). Ob zwischen diesen frühen bildlichen Darstellungen phantastischer Tauchgefäße und den bald nachher vorkommenden tatsächlichen Verwendungen von Tauchapparaten Beziehungen bestehen, läßt sich nicht feststellen, die Geschichte der Technik jener Zeiten ist noch nicht aus den Quellen geschöpft.

Das Verdienst, zuerst ein Boot unter Wasser versucht zu haben, gebührt dem niederländischen Physiker Cornelius Drebbel, der sich durch viele Erfindungen berühmt machte. Drebbel hatte sich mit der Konstruktion von Torpedos beschäftigt und wollte diese Sprengkörper unvermerkt unterhalb der Wasserlinie an ein Schiff anbringen. Er versuchte deshalb im Jahre 1624 auf der Themse bei London in aller Stille ein von ihm erfundenes Unterwasserboot und fuhr darin zwei Meilen weit von Westminster bis Greenwich unter der Oberfläche. Die Bewegung geschah durch Ruder, das Senken durch Einlassen von Wasser in besondere Hohlräume, das Heben durch Fallenlassen von Gewichten. In der Wandung saßen in dichten Fütterungen verschiedene Bohrer, um Schiffe anzubohren, sowie lange Stangen, sogenannte Spieren, mit denen man Sprengkörper gegen die Schiffswandungen brachte. Von Borelli (1650), Fournier und Mersenne (1653) und anderen wurden bald nachher solche Versuche wiederholt, doch erst der geniale Papin, der Erfinder der Dampfmaschine, erzielte ein brauchbares System eines Unterwasserbootes[36]). Wir kennen dieses eingehend aus einem am 16. August 1691 an Huygens, den großen französischen Physiker, gerichteten Brief. Um die Luft in seinem Schiffe zu erneuern, führte Papin eine lederne Röhre, die von einem Holz getragen wurde, zur Oberfläche hinauf und erfand den heute allgemein verwendeten Zentrifugalventilator. Außer dem verschlossenen Einsteigschachte besaß das Papinsche Boot noch besonders abgedichtete Öffnungen, um Sprenggeschosse an feindlichen Schiffen anzubringen. Leider wurde das Tauchschiff stark beschädigt, als es an einem baufälligen Kran in die Fulda hinabgelassen werden sollte. Der Landgraf von Kassel gab nochmals neue Mittel her, und es gelang Papin, ein zweites Unterwasserboot zu bauen, mit dem er sich im Mai 1692 unter den Spiegel der Fulda hinabließ. Dieser Versuch gelang voll-

ständig, doch was sollte man damals im abgeschlossenen Hessenlande mit einem Unterwasserboot beginnen?

In der Bibliothek der Stockholmer militärischen Gesellschaft befindet sich eine Handschrift mit militärisch-technischen Plänen und Skizzen. Die Schrift ist von einem gewissen Elving verfaßt und dem Feldmarschall und Reichsrat Grafen von Horn zugeeignet, sie scheint aus den sechziger Jahren des 18. Jahrhunderts zu stammen. In der Handschrift befindet sich die Zeichnung eines Unterseebootes mit dazu gehörendem Text. Das Boot zeigt die Form eines Fisches.

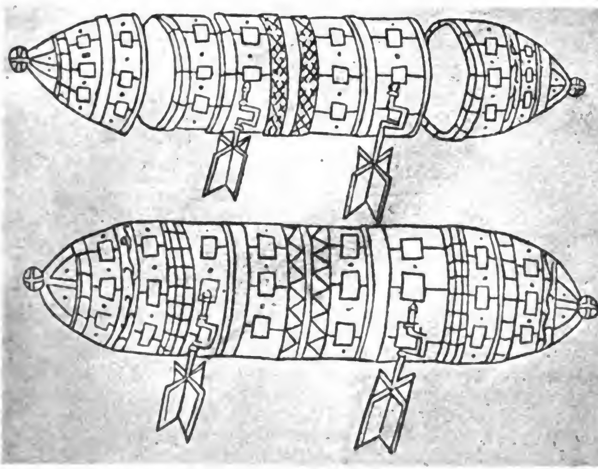


Abb. 164. Valturios Entwurf eines Unterseebootes von 1472. (Oben geöffnet unten geschlossen.)

Auf seinem Verdeck sitzt ein Mann mit einer Neptunsgabel; mit dieser soll er das Boot von festen Gegenständen abstoßen; er trägt Lederkleidung und halbrunde Augengläser; im Munde hat er eine Röhre zum Luftschöpfen. Die übrige Besatzung soll sich im Innern des Bootes befinden; durch vier halbrunde Kristallgläser kann der Mann in das Innere des Bootes hineinsehen; letzteres wird mit eisernen Rudern in Lederüberzügen fortbewegt; diese Ruder klappen auf und zu, um das Wasser beiseite zu schieben. Unklarer scheint dabei allerdings, wie der auf dem Verdeck sitzende Mann die Befehle erteilen soll, wenn er durch ein Rohr Atem schöpfen muß; dennoch ist der Entwurf interessant und lehrreich.

Eines der ersten Todesopfer der Unterseeschiffahrt war der Engländer Day[37]). Er hatte sich bereits einmal mit einem Schiff 10 m tief unter Wasser gesenkt, war dort 24 Stunden geblieben und dann wieder durch eigene Hilfe an die Oberfläche gekommen. Im November 1773 ging er eine Wette ein, in einem neuen Schiff ebenso lange 400 m tief unterzutauchen. Er hatte gut eine unmögliche Tauchtiefe von 400 m angeben, wer wollte ihm nachfolgen? Im März 1774 versuchte Day sich mit seinem Schiff im Catwater. Er nahm drei Pfähle, einen weißen, roten und schwarzen, mit sich, um durch Heraufsendung derselben über die Oberfläche des Wassers seinen Zustand zu erkennen zu geben. Der weiße Ankerpfahl sollte sein gutes, der rote sein mittelmäßiges, der schwarze aber sein schlechtes Befinden anzeigen. Es erschien aber gar kein Ankerpfahl. Deshalb wurden Days Freunde unruhig, und sie ersuchten den Kapitän der naheliegenden Fregatte „Orpheus" um Beihilfe; man wandte auch alle Mittel an, das Schiff emporzubringen, man brachte es einmal wirklich fünf Faden hoch herauf, aber es brachen alle Werkzeuge und Day war verloren, weil er sich an einem Orte versenkt hatte, wo die Felsen wenigstens 60 Fuß hoch waren, daher man vermutet, sein Schiff sei zwischen die Felsen geraten. Übrigens wird durchgehends dafür gesprochen, daß der Entwurf des unglücklichen Day nicht unmöglich sein würde, wenn er nur nicht die schlimmste Gegend in der See dazu gewählt hätte.

Im Jahre 1776 machte der Amerikaner David Bushnell den ersten Angriff mit einem Unterwasserfahrzeuge gegen das englische Linienschiff „Eagle", jedoch ohne wesentlichen Erfolg. Der erste größere Aufenthalt in einem solchen Fahrzeuge gelang am 17. August 1801 dem amerikanischen Erfinder Robert Fulton, indem er in seinem „Nautilus" fünf Stunden unter Wasser blieb.

Deutschlands erstes Unterseeboot wurde im Jahre 1849 von dem Ingenieur Wilhelm Bauer konstruiert[38]). Seine Triebmaschine war ein Paar Treträder. Die Botlänge betrug 8 m, die Breite 1,85 m, die Höhe vorn 2,7 m, so daß der Rauminhalt 35 t war. Bei der Probefahrt 1850 versank es im Kieler Hafen, wurde erst nach 27 Jahren gehoben und steht heute im Berliner Museum für Meereskunde. Seitdem sind fast unzählbar viele Unterseeboote geplant, erbaut und versucht worden[39]), und neuerdings betreiben die verschiedenen Marinen die Ausgestaltung ihrer unterseeischen Flotten mit Geheimnis und mit Eifer. Seit am 17. Februar 1864 vor Charleston zum erstenmal ein Kriegsschiff, der „Housatinic", durch das Sprenggeschoß eines Unterseebootes sank, sind, trotz der großen Anzahl von Versuchen, dennoch wenig Erfolge mit Unterseebooten erzielt worden. Wie weit die Verständnislosigkeit den Bemühungen gegenüber, unter Wasser einen Weg zu finden, ging, beweist die amtlich verfügte Konfiszierung des Unterseebootes von Johnson im Jahre 1805. Erst seit dem Auftreten des schwedischen Ingenieurs Thorsten Nordenfelt im Jahre 1882 beginnt die neuere

Geschichte der Unterseeboote. Und doch merkwürdig, Nordenfelt griff unbewußt wieder auf die Form des Schiffskörpers zurück, den wir in Abb. 164 im 15. Jahrhundert sahen.

Das erste deutsche Unterseeboot „U 1" besitzt eine Wasserverdrängung von 240 t und eine Gesamtlänge von 42 m. Die Kraft zur Fortbewegung des Bootes wird über Wasser von einer 200 P. S. leistenden Gasmaschine und unter Wasser von einer mittschiffs eingebauten Akkumulatorenbatterie in Verbindung mit einem Elektromotor geliefert. Um Explosionen und Vergiftungen zu vermeiden, wird der Betriebsstoff der Gasmaschine in Behältern mitgeführt, die außenbords liegen. Die einmalige Füllung dieser Behälter genügt für einen Aktionsradius von 1000 Seemeilen bei Überwasserfahrt. Beide Maschinen, sowohl für Gas wie für Elektrizität, können gleichzeitig in Betrieb gesetzt werden; unter Wasser arbeitet naturgemäß der Elektromotor allein, und zwar vermag er drei Stunden lang mit dem Akkumulatorenstrom dem Fahrzeug eine Höchstgeschwindigkeit von neun Knoten zu erteilen. Die normale Tauchtiefe ist bei diesem Fahrzeug auf etwa 37 m festgesetzt. Um das Untertauchen und das Unterwasserbleiben zu regulieren, wird Wasserballast eingelassen respektive durch Pumpen entfernt. Hand in Hand mit dieser Änderung im spezifischen Gewicht des Fahrzeuges arbeiten dann die beiden Horizontalruder. Fährt das Boot an der Oberfläche, so entlasten es elektrisch betriebene Ventilatoren, ist es untergetaucht, so wird die Luft ständig aus dem Bootsinnern angesaugt und durch Reiniger gedrückt, die sie von ihrem Gehalte an Kohlensäure befreien. Diese Reiniger ermöglichen eine längste Tauchdauer von 24 Stunden, falls die vorschriftsmäßige Besatzung von 10 Mann an Bord ist. Der mittschiffs das Boot überragende Beobachtungsturm ist gepanzert und so geräumig, daß außer dem Befehlshaber auch der Navigationsoffizier in ihm Platz findet. Er ist mit zwei Periskopen ausgerüstet, deren Teleskoprohr so lang bemessen ist, daß bei ihrer Anwendung das Boot eine solche Tauchtiefe einhalten kann, daß es der feindlichen Artilleriewirkung vollständig entrückt ist. Auch der Sehwinkel dieser beiden Periskope, der je 50° in der wagerechten und senkrechten Ebene beträgt, begünstigt eine schnelle und sichere Navigierung. Naturgemäß wird diese bei windigem Wetter und bewegter See sehr erschwert. Seinem Charakter als Unterseeboot entsprechend, ist das Boot ausschließlich mit Torpedoarmierung versehen. Es hat drei 45 cm-Torpedos an Bord, von denen einer stets im Ausstoßrohre zum Abfeuern bereit ist. Naturgemäß können diese Angaben auf große Genauigkeit keinen Anspruch machen, sie werden sich aber im großen und ganzen mit den tatsächlichen Verhältnissen decken. Über die neueren Modelle sind zurzeit nur sehr spärliche Angaben an die Öffentlichkeit gedrungen.

Motorboote[1]).

Mit der schnellen Entwicklung der Dampfschiffahrt konnte der Bau kleiner Kraftboote lange nicht Schritt halten. Denn im Wesen der Dampfmaschine liegt es begründet, daß sie um so unvorteilhafter arbeitet, je kleiner sie ist. Erst der mit vergasten Brennstoffen arbeitende Explosionsmotor ließ die Möglichkeit zu, kleine Boote mit großer Maschinenkraft zu bauen. In den letzten Jahren hat sich dann das Motorboot zur sichern und schnellen Beförderung von Personen und Waren allgemein eingeführt, besonders weil seine Anschaffungs- und Betriebskosten verhältnismäßig gering sind.

Die Motorenanlage eines solchen Bootes ist einfach und klein und besitzt ein verhältnismäßig geringes Gewicht. Deshalb bleibt viel Raum und Tragkraft für den eigentlichen Zweck des Bootes übrig. Man verwendet heute Motorboote zu allen möglichen Zwecken. Dadurch weichen die Größe und die Ausstattung der einzelnen Boote stark voneinander ab. Neben der notwendigen Berücksichtigung der Eigentümlichkeit des Fahrwassers ändert sich das Aussehen eines Motorbootes je nach den Ansprüchen des Besitzers an Geschwindigkeit und Bequemlichkeit. Man unterscheidet im allgemeinen: Boote für Binnengewässer (Flüsse und Landseen) und offenes Wasser (Seeküste und offene See), oder nach ihrer Verwendung: Wirtschaftsboote für Transport- und Verkehrszwecke, und Vergnügungs- und Sportboote. Nach ihrem Aussehen unterscheidet man im allgemeinen zwischen offenen Booten, Kajütsbooten und Booten mit Verdeck.

Verdeckboote können mit Aufbauten oder mit inneren Bootsräumen ausgebaut werden. Offene Boote tragen nur vorn und hinten abgeschlossene Endräume, um das Bootsinventar unterzubringen. Der Motor steht in der Mitte des Bootes in einem Schutzgehäuse. Die Fahrgäste sitzen meist auf Längs-, seltener auf Querbänken und können sich gegen die Sonne durch ein Segeldach und gegen den Wind und den Luftzug durch eine aufgestellte Glaswand schützen. Neuerdings versieht man den hinteren Teil solcher Boote häufig mit einem niederklappbaren Kutschendach aus Segeltuch oder Leder. Offene Boote haben eine Länge von 6—10 m. Nur als Aufsichts-

boote im Hafen-, Kanal- und Fischereidienst kommen größere Längen bei offenen Booten vor. Zum längeren Aufenthalt auf dem Wasser eignen sich besser die offenen Kajütsboote. Bei kleineren Booten liegt die Kajüte vorn, bei größeren im mittleren oder hinteren Teil des Schiffes. Die Anordnung in der Mitte ist die vorteilhafteste, weil sich das Dach der Kajüte, nach vorn und hinten auf Stützen ruhend, verlängern läßt. Dadurch wird vorn ein überdeckter Raum für den Motor und den Bootsführer geschaffen, während hinten einige bequeme Sitzplätze im Freien übrig bleiben. Die innere Aus-



Abb. 165. Luxus-Hausboot auf dem Rhein.

stattung der Kajüte kann sehr verschieden sein. Soll sie nur als Unterschlupf bei schlechtem Wetter dienen, so genügt es, wenn einige gepolsterte Sitze vorhanden sind. Will man aber längere Reisen mit dem Boot machen, so muß schon für mehr Bequemlichkeit gesorgt werden. Man teilt für Reiseboote den hinteren Teil der Kajüte nochmals durch eine Tür ab und gewinnt so Raum für Aufstellung eines Kochapparates und für die Unterbringung des Geschirrs und der Vorräte. Von diesem Kochraum wird durch eine weitere Tür ein Toilettenraum abgetrennt. Der eigentliche Kajütenraum ist am vorteilhaftesten mit zwei bequemen Sofas ausgestattet. Die Ecken des Raumes werden zu Schränken, zu einem Waschtisch, der tagsüber die Stelle des Büfetts versehen kann, und zur Unter-

bringung eines Eisschrankes verwendet. Will man auf den Sofas schlafen, so muß man sie natürlich entsprechend breit machen, und es bleibt deshalb zwischen beiden Sofas wenig Raum übrig. Auf längeren Reisen wird man jedoch vor der Sitzgelegenheit einen Tisch ungern entbehren, und es haben sich deshalb in den letzten Jahren die nach dem Gußmannschen Patent gebauten Schlafsofas der Eisenbahnschlafwagen für Motorboote eingeführt. Bei diesen Sofas wird die Lehne heruntergeklappt und dient als Schlafmatratze. Zur Verbreiterung des Bettes wird gleichzeitig der Sitz vorgezogen, bleibt jedoch mit der Schiffswand durch einen breiten Streifen Segeltuch verbunden, so daß das Bettzeug nicht in den Hohlraum hinuntergleiten kann. Tagsüber ist das ganze Bettwerk in der hochgeklappten Lehne des Sofas untergebracht. Dadurch geht in dem Sitz kein Platz für die Sprungfedern verloren. Die Erfindung ermöglicht also, ein wirklich bequemes Bett aus einem schmalen Sofa hervorzubringen. Die Glaswände der Kajüte lassen sich teilweise herunterschieben. Die Länge solcher Kajütsfahrzeuge schwankt meist zwischen 9 und 12 m, die Breite zwischen 2 und $2^1/_2$ m.

Zur größeren Sicherheit und Bequemlichkeit für Tourenzwecke auf großen Gewässern, an der Meeresküste und auf der offenen See überdeckt man die Räume vor und hinter der Kajüte. Dadurch erhält man zunächst einen besonderen Maschinenraum und einen Schlafraum für den Maschinisten. Der Zutritt zu allen Räumen geschieht dann vom Deck aus durch dicht verschließbare Eingänge. Auf dem hinteren Teil des Decks, das mit einem Sonnendach überspannt ist, werden bequeme Sessel aufgestellt. Ist der ganze Bau jedoch niedrig gehalten, so läßt man den hinteren Teil des Bootes wohl auch in der offenen Bauweise. Die Länge solcher gedeckten Kajütsboote beträgt mindestens 10 m und steigt nach Anforderung an Bequemlichkeit und Geschwindigkeit bis zu 20 und gar 30 m. Diese großen Boote bezeichnet man dann schon als „Jacht“ und rüstet sie mit einer Besegelung aus, die groß genug ist, um das Fahrzeug im Seegang zu schützen und es bei einer Havarie der Maschinenanlage in den nächsten Hafen zu bringen. Natürlich brauchen solche größeren Boote mindestens zwei Mann zur Bedienung, und sie sind mit allem nötigen Schiffsbedarf ausgerüstet.

In Amerika und England sind diese Jachten neuerdings besonders beliebt geworden, gestatten sie doch den Besitzern, wochenlang in der Sommerzeit auf dem Wasser zu leben. Besonders die obere Themse ist mit ihnen dicht besetzt. Stets sind diese Boote mehrstöckig, und manche tragen auf ihrem obersten Deck sogar eine Gartenanlage. Früher wurden die Hausboote von Dampfern hin und her geschleppt. Jetzt tragen sie kleine Motore, damit man, wenn man des Aufenthalts an einer Stelle überdrüssig geworden ist, an einen anderen Ort fahren kann.

Bei den englischen Hausbooten hat der Motor also nur eine untergeordnete Bedeutung. Auch bei Segeljachten wird er neuer-

dings häufig für den Fall der Not eingebaut. Der Motor soll diese Fahrzeuge bei Windstille mit einer mäßigen Geschwindigkeit fortbewegen, also neben dem Segel gewissermaßen als Reservekraft dienen. Da der Raum in einer Segeljacht stets beschränkt ist, können nur Motore geringerer Stärke in solchen Fahrzeugen Verwendung finden. Entweder steht der Motor im offenen Sitzraum hinter der Kajüte, oder er ist in einem gut ventilierten Raum unter dem Deck untergebracht. Man hat sogar Motore für Segelboote konstruiert, die im Fall der Not an Stelle des Steuers am Boot eingehängt



Abb. 166. Segelboot mit Hilfsmaschine.

werden können. Diese sogenannten Motorschrauben bestehen aus einer langen Welle, an der der Schraubenpropeller, der Motor und der Benzinbehälter angebracht sind. Das Ganze wird, während der Motor arbeitet, gleich einem Steuer gehandhabt. Eine solche Motorschraube läßt sich in jedem Boot unter den Planken mit leichter Mühe verstauen und kann, wenn einmal Not am Mann ist, gute Dienste leisten.

Eine besondere Art bilden die Motorrennboote. Unter Aufopferung der Bequemlichkeit und Sicherheit sollen sie große Geschwindigkeiten erzielen können. Bis auf mehrere kleine Öffnungen für den Motor und die Fahrer sind sie fest eingedeckt. Ein hohes

Bord schützt diese Decköffnungen, und außerdem werden sie noch durch Schutzkappen aus Holz oder Segeltuch überspannt. Für die europäischen Rennen werden die Boote in drei Rennklassen geteilt. Man unterscheidet eine 8 m-Klasse, eine 12 m-Klasse und die höchste Klasse für Fahrzeuge zwischen 12,1 und 18 m. Das erste bedeutende europäische Motorbootrennen fand im August 1903 zwischen Paris und Trouville statt. Die Geschwindigkeit des Siegers betrug damals 33 km in der Stunde. In dem bedeutendsten europäischen Rennen für Motorboote in Monako wurde am 6. April 1908 53,3 km Stundengeschwindigkeit erzielt. Die Boote entwickelten bei diesem Rennen



Abb. 167. Rennboot „Zariza" in voller Fahrt.

je 400 P. S. Die Motorbootrennen von Monako bilden schon jetzt einen der Hauptanziehungspunkte der internationalen Sportwelt.

Die ungeheure Kraft von 400 P. S., die in einem solchen kleinen Boot verwendet wird, läßt uns die großen technischen Fortschritte der letzten fünfzig Jahre erkennen; denn als im Jahre 1856 die heutige Hamburg-Amerika-Linie es wagte, Dampfer in ihren Betrieb einzustellen, begnügte sie sich mit Maschinenleistungen von 300 P. S.[2]). Im Vergleich zu der in Monako erzielten Geschwindigkeit von 53 km in der Stunde müssen uns die Versuche recht unbedeutend erscheinen, die man in der Jugend der Dampfschiffahrt gemacht hat. 1787 erzielte z. B. der Ingenieur Fitch auf dem Delaware 9,25 km Geschwindigkeit in der Stunde[3]). Eine der ältesten noch existierenden Schiffsmaschinen, die 1804 erbaut wurde und heute im Stevens-Institut zu Hoboken steht, entwickelte eine Geschwindigkeit von

13 km in der Stunde[4]). Fulton, der Begründer der neueren Dampfschiffahrt, erreichte im Jahre 1807 mit seinem ersten Dampfer stündlich nicht ganz 7 km, und sein erstes Dampfkriegsschiff lief 1814 stündlich mit nur 9 km Geschwindigkeit.

Das Baumaterial der Motorboote ist meistens Holz. Nur Boote über 18 m Länge und kleinere Hafen- und Verkehrsboote werden aus Stahlblech hergestellt. Die Stärke der Stahlplatten schwankt zwischen 2 und 5 mm. Stählerne Boote müssen sorgfältig angestrichen werden; nur so kann dem Rosten wie auch Anwachsen von Pflanzen und Muscheln vorgebeugt werden.

Der Bootsmotor, der dem Automobilmotor nachgebildet worden war, hat sich längst zu selbständigen Formen entwickelt. Als Betriebsstoff wird meistens Benzin oder der geruchlose Spiritus verwendet. Man rechnet für jede Stunde Fahrt und jede Pferdekraft 0,5 kg Betriebsmaterial, also ungefähr 0,7 l. Der Motor wird zwar so viel Brennstoff nicht verbrauchen, doch man muß gewärtig sein, daß man bei einem Motorboot weit weniger Gelegenheit hat, neues Betriebsmaterial zu erhalten, als beim Automobil. Überhaupt ist der Bootsführer weit mehr auf sich selbst angewiesen und muß deshalb an Schmier- und Putzmaterial und an Werkzeug alles Nötige mit sich führen. Diese Selbständigkeit aber gibt dem Bootsführer das Gefühl der Unabhängigkeit und macht deshalb den Motorbootsport zu einer freien, erhebenden Erholung. Die heutigen Bootsmotore sind samt Steuerapparat und Schraubenwelle auf einer Grundplatte zusammengebaut. Ihre Bedienung ist deshalb äußerst einfach. Für kleinere und mittlere Boote sind ihrer Einfachheit und Sicherheit halber die unsteuerbaren Schiffsschrauben zu empfehlen. Bei ihnen läuft der Motor andauernd mit der gleichen Geschwindigkeit. Der Bootsführer hat an der Steuersäule nur zwei Handräder zu bedienen. Das größere von ihnen betätigt in bekannter Weise das Schiffssteuer; das kleinere verstellt die Flügel der Schiffsschraube. Der Gang dieses Handrades ist mit einem Zeiger an der Steuersäule verbunden. Weist dieser Zeiger senkrecht nach oben, so sind die Schraubenflügel so gestellt, daß sie sich ohne Wirkung im Wasser drehen: das Boot wird also weder rückwärts noch vorwärts gehen, sondern, trotzdem der Motor arbeitet, stillstehen. Durch entsprechende Drehung des Steuerrades lassen sich die Schraubenflügel von dieser Stellung aus so umlegen, daß das Boot entweder vorwärts oder rückwärts bewegt wird. Mit dem Handrad bewegt sich gleichzeitig der Zeiger, und man kann an ihm also genau erkennen, ob die Vor- oder Rückwärtsbewegung schnell oder langsam geschieht. Dieser Steuerapparat hat gegenüber den ausrückbaren Kuppelungen zwischen Motor und Schraubenwelle zunächst den großen Vorteil, daß man jede beliebige Geschwindigkeit im Vor- oder Rückwärtsgang mit Leichtigkeit einstellen kann. Deshalb laufen solche Boote ohne jeden Stoß. Umsteuerbare Schrauben werden bis zu Maschinenleistungen von 100 P. S. gebaut. —

Der Motorbootsport hat gegenüber dem Automobilsport ungemein viele Vorteile, und deshalb sind in den letzten Jahren zahlreiche Klubs für Motorbootbesitzer entstanden. Nicht zu unterschätzen sind die geringere Gefährlichkeit, die gesundheitlichen Vorteile und die geringeren Unkosten des Motorbootsports. Man kann heute ein solides Motorboot für sechs bis acht Personen in einer Länge von 6 m zum Preise von 2000 Mark haben. Dies sind dann Boote deutschen Ursprungs, während von Amerika aus schon leichtgebaute Motorboote zu nur 1000 Mark eingeführt werden. Selbst ein Salonmotorboot von 10 m Länge in gediegener, vornehmer Ausstattung kostet höchstens 10000 Mark. Vergleicht man hiermit die hohen Anschaffungskosten der Automobile, ihren großen Verbrauch an Brennstoff, den kostspieligen Ersatz der Gummireifen und zieht das Gehalt des Chauffeurs in Rechnung, so wird man für den Betrieb eines Motorbootes ein weit günstigeres Ergebnis erhalten. Seit der ersten internationalen Motorbootausstellung, die 1907 in Kiel stattfand, ist denn auch das Interesse am sportlichen Motorbootswesen stark gestiegen. Man kann heute schon voraussagen, daß das Automobil sich mehr zum Verkehrsmittel, das Motorboot jedoch zum Fahrzeug für Erholungsreisen ausbilden wird.

Damit soll nun keineswegs gesagt sein, daß das Motorboot nicht auch große Vorteile als Nutzfahrzeug hätte. Aber auf diesem Gebiet haben die interessierten Kreise den Wert des neuen Verkehrsmittels längst erkannt, während dem großen Publikum das Verständnis für die Vorteile des Motorbootsports noch mangelt. Besonders für den Fährdienst eignet sich ein Motorboot vorzüglich, denn seine rasche Inbetriebsetzung, sein schnelles Manövrieren und die geringen Betriebskosten ermöglichen es, daß sich der einzelne Fährmann, der früher seine Fahrgäste mit dem Kahn übersetzte, ein Motorboot anschaffen kann. Besonders zweckmäßig für den Fährdienst sind die von Remmers in Hamburg gebauten Doppelendschraubenboote. Sie haben weder ein Vorn noch ein Hinten, sondern sind an beiden Enden gleichartig abgerundet. An der linken und rechten Längsseite haben sie in ihrem Geländer Türen. Ohne jede Wendung fährt ein solches Boot wieder ab. Nur der Steuermann wechselt seinen Stand, indem er einmal vor, das andere Mal hinter die Steuersäule tritt. Der Motor dieser Boote treibt je nach der Fahrrichtung eine der beiden an den Enden des Bootes liegenden Schrauben. Auch als Frachtschiffe eignen sich Motorboote, zumal wenn niedriges Wasser oder Kanäle zu befahren sind. Deshalb sind in Holland neuerdings zahlreiche Motorboote in Betrieb. In Kanälen ist die Verwendung der Motorboote zweckmäßig, weil hier eine geringe Kraft genügt, um die Schiffe vorwärts zu bewegen. Unsere Abbildung 168 zeigt ein Kanalmotorboot für den Petroleumtransport, dessen Motor gleichzeitig durch Petroleum gespeist wird. Im Fischereiaufsichtsdienst, im Dienst der Steuerbeamten an der Küste, im Dienst der Strombauverwaltungen, des Sanitäts- und Polizei-

personals der Häfen und in vielen anderen Zweigen der Verwaltung hat der Staat Motorboote in Dienst gestellt. Da es sich hierbei meist um möglichst schnelle Fortbewegung weniger Personen handelt, sind sie unentbehrlich.

Neben dem Explosionsmotor kommt vereinzelt Elektrizität, Naphtha und Dampf als Betriebsmittel von Motorbooten zur Verwendung. Die ersten, allerdings mißglückten Versuche mit einem Explosionsmotor zum Betrieb eines Bootes machte der Franzose Lenoir auf der Seine im Jahre 1869. Erst nach vielen Schwierigkeiten gelang es ihm 1882, ein brauchbares Petroleummotorboot herzustellen. Seitdem hat sich aber dieser Brennstoff oder das später als Ersatz

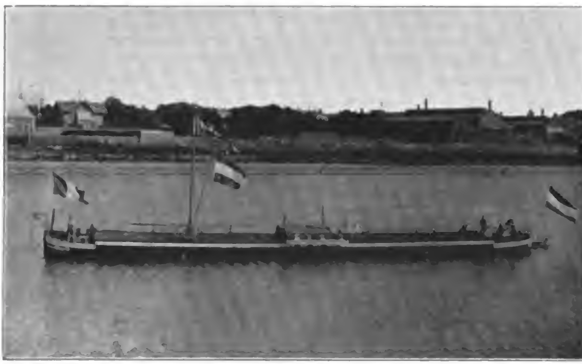


Abb. 168. Kanalboot mit Petroleummaschine.

gewählte Benzin und der Spiritus zum Betrieb von Motorbooten am besten bewährt. In Deutschland machte Gottlieb Daimler, der Begründer der Automobilindustrie, die ersten Versuche mit einem Motor; sein hierauf bezügliches Patent lief vom 29. Januar 1886 an. In demselben Jahre zog das erste Daimlersche Motorboot als „kleinstes Motorschiff der Welt" auf der Frankfurter Ruderregatta aller Augen auf sich. Das ganze Boot wog samt Schiffskörper und Maschine nur 90 kg. Doch schon am 28. September machte der Londoner Ingenieur Anthony Reckenzaun auf der Themse den ersten Versuch mit einem durch Akkumulatoren und Dynamomotor bewegten elektrischen Boot. Es hatte eine Länge von 8 m und legte mit einem dreipferdigen Motor 7—8 Stunden in einer stündlichen Geschwindigkeit von 8 km gegen den Strom zurück. Drei Jahre

später fuhr das elektrische Boot „Volta“ sogar über den Kanal von Dover nach Calais.

Die Naphthaboote sind eine Erfindung des Schiffbauers Yarrow vom Jahre 1888. Er schlug vor, die Maschine nicht mehr durch Wasserdampf, sondern durch die Verdampfung von Naphtha zu betreiben, ein Vorschlag, der alsbald von der Firma Escher, Wyß & Co. zum Bau von Naphthabooten aufgegriffen wurde. Ein solches aus dem damals neuen Aluminium hergestelltes Naphthaboot war 1891 auf der Elektrotechnischen Ausstellung in Frankfurt in Betrieb und erregte dort viel Interesse. Die große Vervollkommnung der Explosionsmaschine infolge seiner Verwendung beim Automobil hat jedoch alle andern Betriebsmaschinen für Motorboote verdrängt.

Kompaß.

Daß der Erfinder des Kompasses „ein Lotse aus Amalfi, namens Flavio Gioja, ums Jahr 1300" gewesen, gilt als ausgemacht. Leider weiß man nur nicht, daß dieser Lotse je gelebt hat, daß er so geheißen, ums Jahr 1300 gewirkt und irgend etwas am Kompaß gemacht hat. Die Italiener haben sich um die letzte Jahrhundertwende alle mögliche Mühe gegeben, irgend etwas über diesen angeblichen Gioja aufzufinden; es gelang ihnen aber nicht. Obschon nun die Geschichte des Kompasses, die ich hier kurz bringen will, in Fachblättern — allerdings verstreut — längst abgehandelt wurde, wird es wohl noch Jahrzehnte dauern, bis in allen Schul- und Geschichtsbüchern die Erfindung dieses wichtigen Werkzeugs der Schiffahrt richtig zu finden sein wird.

Schon in vorchristlicher Zeit, angeblich im Jahre 1160 v. Chr., war in China ein Wagen bekannt, den man „Fse-nam", d. h. Andeuter des Südens, nannte. Es war ein kleiner zweirädriger Wagen, der von den Chinesen verwendet wurde, um in die Steppen vordringen zu können. Die alten chinesischen Wörterbücher beschreiben die Einrichtung dieses Südweisers übereinstimmend also: Aus einem Ornament des Wagens ragte ein Stift empor, auf dem sich eine kleine männliche Figur nach allen Richtungen hin drehen konnte. Das Männchen hielt die rechte Hand ausgestreckt, und da im Innern des Ornaments ein Magnet mit dem Stift verbunden war, stellte sich das Männchen stets so ein, daß es nach Süden zeigte (Abbildung 169)[1]). Im Jahre 121 n. Chr. sagt der Chinese Hiu-tschin in dem berühmten chinesischen Wörterbuch „Schue-wen", der Magnet sei ein Stein, mit dem man der Nadel die Richtung geben könne. Aus dieser Bemerkung geht unzweideutig hervor, daß den Chinesen der Kompaß mit Stahlnadel und das Magnetisieren des Stahls durch den natürlichen Magneten bekannt war[2]). In der Schiffahrt wurde, unter der Dynastie der Tsin, der Südweiser — also ein Kompaß — von denjenigen Kapitänen benutzt, die die indischen Häfen und die Ostküste von Afrika anliefen[3]).

Die Araber kannten, wie wir heute unzweifelhaft wissen, den Kompaß schon im Jahre 854[4]), vermutlich von den chinesischen Seefahrern. Von den Arabern lernten die westeuropäischen Völker den Kompaß zur Zeit der Kreuzzüge kennen.

Ehe wir aber auf die schriftlichen Nachrichten über die Verwendung des Kompasses in Europa eingehen, möchte ich mit Nachdruck darauf hinweisen, daß schon das frühe Mittelalter den Kompaß zu verwenden wußte. Eine sorgfältige Untersuchung der Anlage von vielen hundert Kirchen hat nämlich ergeben, daß die Mittelachsen alter Kirchen nicht nach dem jeweiligen Azimuth der Sonne ausgerichtet sind, sondern daß man sich nach der Weisung des Kompasses richtete. Die Beobachtungen[5]) für die Kenntnis der magnetischen Nordweisungen im frühen Mittelalter erstrecken sich auf Kirchen, deren Gründung sogar bis ins 4. Jahrhundert n. Chr. fällt. Die Verwendung des Kompasses im Bauwesen war damals ein Geheimnis der Bauhütten, und noch im Jahre 1516 empfiehlt der Baumeister Lacher seinem Sohn die Verwendung des „Khumbast", wenn er einen Chor an eine Kirche anbauen wolle.



Abb. 169. Chinesischer Südweiser.

Unter den ersten schriftlichen Nachrichten für die Kenntnis der Magnetnadel in Europa wird häufig eine Stelle zitiert, die sich später erst in die Geschichte von Island eingeschlichen hat. Es heißt dort[6]): „Floke Vilgardarson, der dritte Entdecker dieser Insel (Island), ein berüchtigter Wiking oder Seeräuber, ging etwa um das Jahr 868 von Rogaland in Norwegen aus, um Gardasholm, d. i. Island, aufzusuchen. Er nahm drei Raben mit, die ihm als Wegweiser dienen sollten. Um sie zu diesem Gebrauche einzuweihen, veranstaltete er in Smörsund, wo seine Schiffe segelfertig lagen, ein großes Opfer, denn damals hatten die Segelfahrer in den nördlichen Ländern noch keinen Leidarstein." Da die Geschichte Islands ums Jahr 1108 geschrieben wurde, wäre der Leidarstein, d. h. der Leitstein, der Magnet, damals dort bekannt gewesen, wenn nicht, wie gesagt, die Stelle erst im Jahre 1330 eingeschoben worden wäre.

Die erste schriftliche Nachricht von der Magnetisierung des Stahls und von der Verwendung des Kompasses in Europa findet sich ums Jahr 1195 in den Schriften des Engländers Alexander Neckam. Neckam sagt[7]): „Die Seefahrer, wenn sie auf hoher See bei nebligem Wetter die Wohltat des klaren Wetters nicht haben

oder auch, wenn der Gesichtskreis in das Dunkel der Nacht gehüllt ist, so daß sie nicht wissen, nach welcher Himmelsgegend das Vorderende des Schiffes gerichtet ist, alsdann legen sie die Nadel über den Magneten, die dann rund (um den Magnetstein) herumgewälzt wird, bis nach Aufhören der Bewegung ihre Spitze nach der Nordgegend zeigt." Hieraus geht also hervor, daß man gegen Ende des 12. Jahrhunderts in England die Kompaßnadel als Hilfsmittel zu verwenden wußte. An einer anderen Stelle sagt Neckam: „Wer ein Schiff ausgerüstet haben will, bedarf auch einer Nadel, die über einem Speer liegt; denn die Nadel wird gedreht und herumgeführt, bis die Spitze der Nadel nach Osten zeigt. So erkennen die Seeleute, wohin sie zu steuern haben, wenn der Nordstern bei unruhigem Wetter unsichtbar ist." Diese Stelle bezieht sich auf die einfachere Form des Kompasses, bei dem die Magnetnadel nicht auf einer Spitze steht, sondern auf einem Brettchen auf Wasser schwimmt.

Sehr eingehend wird die Handhabung dieser letzteren Art, der sogenannten Wasserbussole, von dem Minnesänger Guiot aus Provins ums Jahr 1205 beschrieben. Meist hat man diesen Guiot mit einem Zeitgenossen, Hugues de Berzé, verwechselt. Letzterer schrieb zwar ums Jahr 1228 ein ähnliches Spottgedicht wie Guiot, doch ist darin nicht vom Kompaß die Rede. Da Guiot verschiedene Ereignisse nennt, die noch in den Anfang des 13. Jahrhunderts fallen[8]), ist es ungerechtfertigt, seine Nachricht über den Kompaß noch ins 12. Jahrhundert hineinzurücken. In einem Gedicht „La bible" geißelt Guiot die Fehler und Laster aller Stände. Selbst vor der Person des Papstes hat er keinen Respekt; er erscheint ihm zu schwankend. Er möchte ihn lieber so fest und standhaft wie den Nordstern sehen, auf den der Kompaß hinweist[9]):

> Unsern heiligen Vater, gern
> Vergleich' ich ihn mit jenem Stern,
> Der nie sich rührt. Genau betrachten
> Die Schiffer ihn, und scharf beachten
> Sie selbigen auf jeder Fahrt,
> Der leitend ihre Bahn bewahrt.
> Polarstern, so wird er genannt;
> Der Stern hat seinen festen Stand.
> Die andern alle wandeln fort,
> Und wechseln kreisend ihren Ort;
> Der Stern doch bleibt auf seinem immer.
> Nun übt man eine Kunst, die nimmer
> Noch täuschte mit dem Kompaß. — Wißt:
> Ein Stein, schwarz und unansehnlich ist,
> Der Eisen anzieht; dieser zeigt
> Den richt'gen Punkt an, wenn man streicht
> Eine Nadel dran und diese legt
> Auf einen Splitter, welchen trägt
> Dann Wasser wieder. Nun schau:

Der Nadel Spitze dreht genau
Alsbald sich hin nach jenem Stern:
Da bleibet jeder Zweifel fern:
Noch nie hat Täuschung sie gebracht.
Ruht auch das Meer in schwarzer Nacht,
Sind Stern und Mond dem Aug' verdeckt,
So ist als Leuchte aufgesteckt
Die Nadel, daß in keiner Weise
Das Schiff kann irren auf der Reise.
Hin nach dem Stern weist ihre Spitze,
Und sicher weiß auf seinem Sitze
Der Steu'rer richt'gen Weg zu halten.
Bei dieser Kunst kann Trug nicht walten,
Den Kompaß nimmt er klug zur Hand,
Denn fest hält jener Stern den Stand.
Wie diesen glänzend hellen Stern,
So säh' ich unsern Vater gern.

Von diesen ersten Nachrichten ab bis zu der Zeit, da der sagenhafte Flavio Gioja gelebt haben soll, finden sich noch an zwanzig europäische Nachrichten über den Kompaß. So spricht ums Jahr 1218 Jacques de Vitry, der in Palästina gewesen war, von „der Magnetnadel, die, mit dem Magnet berührt, zum Nordstern weist, weswegen sie den Schiffern auf dem Meere ganz unentbehrlich ist[10]). Ähnliche Nachrichten finden wir ums Jahr 1230 bei dem Dichter Walter d'Espinois, um 1254 bei Vincent de Beauvais, 1261 bei Jean de St. Amand, um 1265 bei Roger Baco und bei Albertus Magnus, später bei dem italienischen Dichter Guido Guinicelli, bei dem spanischen Mauren Gerson ben Salomon, ums Jahr 1280 bei dem Niederländer Jakob van Maerlant und bei dem Italiener Francisco Barberino, 1286 bei Raymundus Lullus und später bei Dante Alighieri, sowie bei Arnaldo de Villa Nova. Meist wird bei diesen Schriftstellern der Magnet und seine Verwendung als Wegweiser zur See vergleichsweise genannt. Eine Vorschrift zur Magnetisierung der Kompaßnadeln gibt im Jahre 1256 Thomas von Cantipré[11]): die Spitze der Nadel soll am Magnetstein gerieben werden, und dann erst soll man den Magneten um die Nadel herumführen. Daß die Schiffer das neue Hilfsmittel noch argwöhnisch betrachteten, geht aus einer Aufzeichnung des berühmten Grammatikers Brunetto Latini, dem Lehrer Dantes, hervor, der bei Roger Baco eine Wasserbussole gesehen hatte: „Kein Pilot wagt sie zu gebrauchen, obgleich er weiß, daß sie sehr nützlich auf See sein würde, aus Furcht, man würde ihn der Zauberei beschuldigen. Und die Seeleute würden seinem Befehl auszulaufen nicht folgen, wenn er ein Instrument mit sich nähme, das ganz und gar das Aussehen hat, als sei es mit Hilfe der Höllengeister erfunden." Als Sitz der nordrichtenden Kraft der Magnetnadel sah man den Polarstern an. Dies sagt z. B. Giacomo Pagan[12]): „Die Nadel, die den Schiffer in der finsteren Nacht leitet und ihm bei gutem wie bei bösem

Wetter zeigt, wohin er sich richten soll, ist die Vermittlerin zwischen dem Magnetstein und dem Nordstern.“

Aus dem 13. Jahrhundert stammt auch bereits eine eingehende wissenschaftliche Arbeit über den Magneten und seine Verwendung

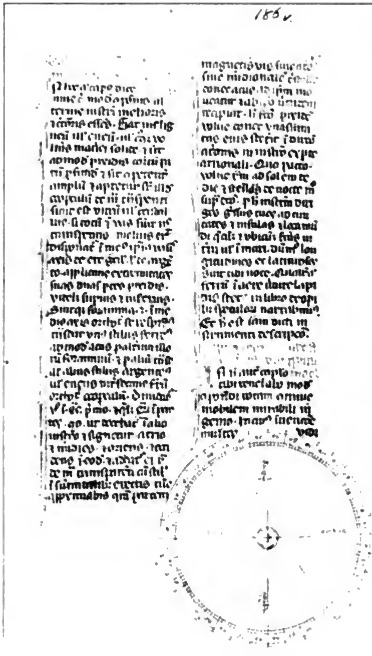


Abb. 170. Kompaß nach Pierre de Maricourt, 1269.

als Kompaß. Ihr Verfasser war Pierre de Maricourt, mit dem Beinamen Peregrinus. Er schrieb am 8. August 1269 seinem Freund Suger aus dem Feldlager eine Abhandlung über die Eigenschaften des Magnets. Er gibt zum erstenmal an, daß man die Nadel in eine mit einem Glasdeckel versehene Büchse einschließe. Die Abhandlung ist übrigens dadurch weiteren Kreisen bekannt geworden,

daß man in ihr die erste Andeutung von der Kenntnis der magnetischen Abweichung suchte. Eingehende Nachforschungen in den verschiedenen Handschriften haben jedoch ergeben [13]), daß nirgendwo von der Kenntnis der magnetischen Deklination bei Pierre von Maricourt die Rede ist. Abbildung 170 zeigt das Blatt der Handschrift mit der Zeichnung des Kompasses. Die Magnetnadel schwingt über einen in 190 Grade geteilten Kreis, auf dem die vier Himmelsrichtungen verzeichnet sind.

Von den Arabern haben wir aus dem 13. Jahrhundert eine Nachricht über das Magnetisieren durch Reiben. Der Literat 'Awfi berichtet von einem Erlebnis aus dem Jahre 1232 und sagt, daß man das Eisen durch kräftiges Reiben mit dem Magnetstein magnetisiere, wobei der Stein am Eisen eine Spur hinterlasse [14]). Auch besitzen wir eine gute Beschreibung des Kompasses aus dieser Zeit. Der arabische Gelehrte Bailak aus Kibdjak schrieb nämlich im Jahre 1242 ein noch in Paris erhaltenes Manuskript [15]), worin es heißt: „Zu den Eigenschaften des Magnetes ist zu bemerken, daß die Kapitäne, welche das Meer von Syrien befahren, wenn die Nacht so dunkel ist, daß sie gar keinen Stern wahrnehmen können, um hiernach die vier Weltgegenden zu bestimmen, ein Gefäß, gefüllt mit Wasser, nehmen und dieses im Innern des Schiffes, gegen den Wind geschützt, ausstellen; dann nehmen sie eine Nadel und stecken sie in ein Holzklötzchen oder in Röhrchen, derart, daß diese ein Kreuz bilden. Sie werfen dieses auf das in dem erwähnten Gefäße befindliche Wasser und lassen es daselbst schwimmen. Hierauf nehmen sie einen Magnetstein, groß genug, um die Handfläche zu bedecken, oder auch kleiner. Sie nähern ihn der Wasseroberfläche, geben ihrer Hand eine Drehung nach rechts, derart, daß sich die Nadel auf der Wasseroberfläche dreht, dann ziehen sie ihre Hände plötzlich und rasch zurück, worauf bestimmte Nadeln mit ihren beiden Enden Nord und Süd anzeigen. Ich habe sie mit meinen eigenen Augen dies ausführen gesehen, während meiner Seereise von Tripolis in Syrien nach Alexandrien im Jahre 640." Dieses Jahr der mohammedanischen Zeitrechnung entspricht unserem Jahr 1242. Selbst unser hübsches Spielzeug der kleinen magnetischen Blechfische war den Arabern damals schon bekannt, denn Bailak berichtet: „Man sagt, daß die Kapitäne, die das Meer von Indien befahren, die Nadel und das Holzklötzchen durch eine Art von Fisch aus dünnem Eisen ersetzen, der hohl und bei ihnen so eingerichtet ist, daß er obenauf schwimmt, wenn man ihn ins Wasser wirft, und durch seinen Kopf und durch seinen Schwanz die beiden Punkte Mittag und Nord bezeichnet."

Nachrichten vom chinesischen Kompaß brachte direkt wohl Marco Polo im Jahre 1295 nach Europa. Das war kurz vor der Zeit, da der angebliche Erfinder des Kompasses gelebt haben soll. Die Gioja-Sage ist so kompliziert, daß hier nur in aller Kürze darauf eingegangen werden kann [16]). Erst im Jahre 1453 „geht

die Sage", die Bussole sei in Amalfi entdeckt worden, ohne daß irgendein Personenname des Erfinders mit vermerkt wird. Sechs Jahre nachher wurde diese Sage in poetische Form gekleidet und dadurch wohl weiteren Kreisen bekannt. Doch im Jahre 1499 kennt Polydor Vergilius in seinem Werk über die Erfindungen noch keinen Erfinder des Kompasses. Erst im Jahre 1540 nennt man eine Person, und zwar „Flavius aus Amalfi", als den Erfinder. Bereits im Jahre 1559 bezweifelt man aber die Erfindung des Kompasses „zu Amalfi vor nicht vielen Jahrhunderten", glaubt vielmehr nur an eine Verbesserung. Der große Cardano nennt 1560 den Kompaß „die Krone aller Erfindungen", doch kennt er einen Erfinder nicht. Im Jahre 1577 wird der Amalfiter „Flavius Campanus" als Erfinder des in einer Büchse eingeschlossenen Magneten genannt. Und endlich — fast 300 Jahre, nachdem er gelebt haben soll — nennt man den Erfinder des Kompasses „Flavio di Gioja" und verlegt das Jahr der Erfindung ungefähr auf 1305. Trotz dieser spärlichen Nachrichten wäre es im Jahre 1901 beinahe zur Errichtung eines Denkmals in Amalfi gekommen[17]). Die Stadt Amalfi gab aus der Feder von Nicolangelo Proto-Pisani eine Schrift heraus, die alles mögliche zusammentrug, um diesen Erfinder zu beweisen. Canevazzi druckte ein altes Gedicht des Bernardino Baldi in eleganter Ausgabe wieder ab, auf dem römischen Historikertag erörterte man das Für und Wider, und doch konnte alles nichts nutzen, der arme erfundene Erfinder kam dank der glücklichen Kritik um sein projektiertes Denkmal. Insbesondere waren es der greise italienische Barnabit Timoteo Bertelli und der verstorbene deutsche Geograph Sophus Ruge, die durch gründliche Quellenkritik den Flavio Gioja endlich aus der Geschichte heraustrieben. Ich hatte damals eine Verwandte in Neapel, und durch ihre Vermittelung führte ich mit dem Sindico von Amalfi einen Briefwechsel, ohne daß dieser ahnen konnte, daß jemand ein sachliches Interesse gegen seinen Gioja habe. Mein Material, das die großen Anstrengungen zeigte, die man zur Rettung des verlorenen Gioja machte, wurde von Ruge, Bertelli und Schück verwertet.

Wann man zuerst die Mißweisung der Magnetnadel beobachtete, wissen wir nicht. Den Chinesen soll sie schon zur Zeit der Regierung des Kaisers Hiau-tsung, ums Jahr 813, bekannt gewesen sein. Sicheren Anhalt für die Kenntnisse der magnetischen Mißweisung geben nur die alten Kompasse. Im Ferdinandeum zu Innsbruck befindet sich ein aus Rom stammender Kompaß aus dem Jahre 1451, der eine östliche Deklinationslinie besitzt[18]). Die weitverbreitete Angabe, Kolumbus habe am 13. September 1492 zuerst die magnetische Deklination beobachtet, ist falsch. Kolumbus kannte die Deklination vielmehr schon, vordem er Europa verließ. Selbst die örtliche Verschiedenheit der magnetischen Deklination war schon ums Jahr 1490 bekannt. Auf dem Festlande beobachtete Georg Hartmann die magnetische Deklination in den Jahren 1518—1524

in Rom. Und 1536 setzte er seine Beobachtungen in Nürnberg fort. Hartmann entdeckte bei seinen Arbeiten auch die magnetische Neigung der Kompaßnadel, die sogenannte Inklination, und zwar im Jahre 1542. Im folgenden Jahre zeigte er das Experiment während des Reichstags von Nürnberg dem König von Böhmen, und unter dem 4. März 1544 berichtet er in einem längeren, heute im Königsberger Staatsarchiv aufbewahrten Schreiben an Herzog Albrecht von Preußen darüber folgendes: „Zu den anderen / ßo finde ich auch djß an dem / magneten / das er sich nit alleyn wendet von der mitternacht vnd / lencket sich gegen dem auffgang / umb .9. grad mer oder minder / wie ich ez gemeldt hab / sonder er zeucht auch under sich / daß ist alßo / zu weweyßen / ich mache eyn zungle eynß fingers langk das nur / fleißig wagrecht oder wasser wag recht auff eynem spitzeigen stefft / stheet / alßo das solches nirgent sich zu der erden nayge / sonder an / beden orten gleich in der wag sthee / So ich aber der orter eynß / westreich (= bestreich) / sey gleich welches ort sey / so bleybt das Zungle nit mer // wagrecht stheen sonder felt undersich etwa umb .9. grad mer oder minder / ursach warumb das geschicht / hab ich Ko Mat (= Kgl. Majestät) nit wissen an zu zaigen / [19])“.


Abb. 171. Kompaß in Ringgehänge nach Leonardo da Vinci.

In konstruktiver Hinsicht bietet eine Skizze von Leonardo da Vinci (Abb. 171) den interessanten Nachweis, daß die Aufhängung in Ringen — die ja schon Philon aus Byzanz ums Jahr 230 v. Chr. kannte — für Kompasse schon zu Ende des 15. Jahrhunderts bekannt war[20]). Man nahm bisher an, die Ringaufhängung der Kompasse sei erst in der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts, zuerst für Grubenkompasse aufgekommen.

Daß die nordrichtende Kraft des Magneten in der Erde selbst liege, wurde zuerst im Jahre 1530 von Girolamo Fracastoro ausgesprochen, doch nahm dieser Gelehrte nur einen magnetischen Pol der Erde an. Erst Livio Sanuto erklärte 1588, daß die Erde zwei magnetische Pole besitze. Daß die Erdkugel selbst als ein großer Magnet anzusehen sei, sprach nach eingehenden Studien zuerst William Gilbert im Jahre 1600 aus. Er selbst nennt[21]) diese Behauptung sogar „unerhört“. Darum will er Kapitel um Kapitel die Versuche beweisen, die er seinem Beweise zugrunde legt. Im ersten Buch gibt Gilbert zunächst eine Übersicht dessen, was vor ihm über magnetische Erscheinungen geschrieben worden ist. Dann beginnt er seine eigentlichen Versuche, die so isoliert in jener Zeit stehen, daß sie die Taten seiner bekannten Vorgänger, z. B. Maurolyco oder Porta, weit überragen; seine Zeitgenossen Galilei und Stevin, trotz ihrer Größe, erreichen ihn im Experiment nicht im entferntesten. Durch magnetisierte Stahlkugeln stellt er sich die magnetische Erde dar. So bestimmt er die Lage der Pole und findet die richtige Polbezeichnung, d. h. er zeigt, daß der magnetische

Nordpol am geographischen Südpol liegt. Gilbert ist auch der Urheber des Gesetzes: Gleichnamige Pole stoßen sich ab, ungleichnamige Pole ziehen sich an. Am Ende des ersten Buches bringt Gilbert dann seine Behauptung vom Erdmagneten. Im folgenden Buch finden wir in der Hauptsache die Grundlage der Elektrizitätswissenschaft, nachdem er zunächst die verschiedenen Arten magnetischer Bewegungen besprochen hat. Auch gibt er hier die Armierung der natürlichen Magnete an. Galilei, von dem wir heute noch in Padua einen solchen Magnet besitzen, sagte über diese Erfindung: „Außerordentlich preise, bewundere und beneide ich den, in dessen Geist ein so wunderbarer Gedanke kommen konnte. Überdies halte ich ihn des größten Beifalls würdig für die vielen neuen und wahren Beobachtungen, die er gemacht hat.“ Ferner zeigte Gilbert hier, daß den Magneten ein magnetisches Kraftfeld umgebe, innerhalb dessen die magnetischen Wirkungen beobachtet werden können. Im dritten Buche behandelt er die Richtkraft und ihre scheinbare Abweichung von Nord. Das vierte Buch bringt wichtige einheitliche Vorschläge für die Seefahrer in der Benutzung des Kompasses. Im fünften Buch behandelt er die Inklination, von ihm „declinatio“ genannt. Im sechsten Buch endlich gibt Gilbert sein Bekenntnis zur Kopernikanischen Theorie, vielleicht ein Vermächtnis Giordano Brunos, dessen Scheiterhaufen den Himmel Roms schwärzte, als Gilberts Werk gerade unter der Presse war.

Wenige Menschen auf dem Lande haben eine Ahnung, was für ein ungeheuer wichtiges und kompliziertes Instrument ein Seekompaß ist. Auf Kriegsschiffen, wo man Vorsorge treffen muß, daß stets mehrere Kompasse noch brauchbar sind, wenn einzelne Teile des Schiffes im Gefecht zerstört werden, sind je nach Größe des Schiffes stets 3—10 Kompasse in den verschiedenen Stockwerken vorhanden. Um die vielen Seekompasse, die unsere Kriegsmarine braucht, auf die einfachste Weise prüfen zu können, ohne langwierige Versuchsfahrten machen zu müssen, ist in Friedenau bei Berlin eine eigenartige Versuchsstation erbaut worden. Mittels einer Dampfmaschine läßt sich der Versuchsturm in verschiedene Bewegungen setzen. Man kann ihn drehen, schleudern, stampfen und erschüttern. Alle diese Bewegungen können gleichzeitig erfolgen und beliebig verstärkt und geschwächt werden. Das Reichsmarineamt nimmt in dieser Station jeden einzelnen Kompaß nach genauer Prüfung ab. Auf diese Weise spart es die kostspieligen Fahrten auf See zur Prüfung der Kompasse. Alle Bewegungen, die ein Kriegsschiff in Seegang oder beim Wenden ausführt, lassen sich mit der Maschinerie erzeugen. Durch die freistehende Treppe betritt man den Versuchsturm, und auf ein gegebenes Signal beginnt die Fahrt, bewegt sich die Versuchsstation mit der Geschwindigkeit eines wendenden Torpedobootes und stampft und schleudert, als ob ein Schiff im Seesturm ginge. Eine Kreisdrehung des Hauses vollzieht sich in $1^3/_4$—$6^3/_4$ Minuten, entsprechend den Zeiten, die

ein Torpedoboot und ein Linienschiff zu einer Umdrehung brauchen. Das Versuchshaus läßt sich bis zu 30° neigen und vollführt Schwingungen in 2½—8½ Sekunden. Dabei ist es für die Beobachter im Turm nicht sonderlich gemütlich. Selbst junge Navigationsschüler haben da oben schon die Seekrankheit bekommen. Durch Magnete wird die Seekraft des zu untersuchenden Kompasses bis auf zwei Zehntel ihres vollen Wertes künstlich abgeschwächt. Dennoch zeigen die Kompasse nach dem System Bamberg, wie sie unsere Kriegsmarine ausschließlich verwendet, keine Veränderung



Abb. 172. Versuchsstation für die Kompasse der deutschen Reichsmarine.

in der ruhigen Lage der Kompaßrose. Bei Nacht werden diese Kompasse von innen durch eine Glühlampe erleuchtet. Alle neuen Erfahrungen der Physik sind bei der mechanischen Ausführung dieser Werkzeuge angewendet worden, damit die Vorrichtung sicher funktioniert. Um die störenden Schwankungen zu vermeiden, hängt der Kompaß in dem bekannten Metallringe. Um die Erschütterungen der Maschine und Geschütze davon abzuhalten, schwimmt eine Dose, in der die nordweisenden Magnete untergebracht sind, in einer Lösung von Alkohol und destilliertem Wasser. Dadurch wird das Gewicht der sogenannten Kompaßrose fast aufgehoben, und die Spitze, auf der sich die Rose dreht, ist nur noch um wenige Gramm belastet, so daß hier kaum eine störende Reibung erfolgt.

Die Feinde einer ruhigen Kompaßbeobachtung sind noch die gewaltigen drehbaren Geschütztürme unserer Kriegsschiffe. Das darin liegende Gußstahlgeschütz wirkt auf den feinen Kompaß wie ein großer Magnetstab. Es entstehen dadurch Abweichungsfehler der Kompaßrose bis zu 45°, die natürlich bei der Beobachtung berücksichtigt werden müssen. Auch die Schüsse eines großen Geschützes, z. B. einer 24 cm-Kanone, erzeugen so gewaltige Erschütterungen, daß in dem Magnet des Kompasses molekulare Bewegungen entstehen. Dadurch verändert sich das magnetische Moment so sehr, daß nach solchen Schüssen der Kompaß wieder sorgfältig korrigiert werden muß[22]).

Neuerdings fängt man an, unmagnetische Kompasse zu bauen. Bereits Leon Foucault wies im Jahre 1852 darauf hin, daß die Achse eines Kreisels, die gezwungen ist, sich nur in horizontaler Ebene zu bewegen, die Neigung zeigen müsse, sich in der Nord-Süd-Richtung einzustellen[23]). Später wurden daraufhin mehrere Versuche unternommen, unmagnetische Kompasse zu erbauen[24]). Im Jahre 1884 wurde ein magnetloser Kompaß in Deutschland gar schon patentiert[25]). Doch erst dem Ingenieur O. Martienssen gelang es 1906, einen brauchbaren Rotationskompaß zu erbauen, der von der Firma Siemens & Halske in Berlin ausgeführt wird[26]).

Bisher schien es ausgeschlossen, daß dieser auf dem Beharrungsvermögen einer schnell rotierenden Masse beruhende und daher von magnetischen Kräften unbeeinflußbare Kompaß auf Schiffen Verwendung finden könnte. Man glaubte, daß die durch Geschwindigkeits- oder Kursänderungen des Schiffes bedingten Störungen, die sogenannten ballistischen Ausschläge, zu groß sein würden, um eine praktische Benutzung zu ermöglichen. Neuerdings hat nun die Konstruktion dieses Kreiselkompasses durch Anschütz-Kaempfe derartige Verbesserungen erfahren, daß seine praktische Anwendung in unserer Kriegsmarine in die Wege geleitet werden konnte. Der Kreisel erlangt bei der jetzigen Konstruktion als Dreiphasenmotor mit Kugellagern eine Tourenzahl von 21000 pro Minute, und sein Gewicht wird durch Einbettung in 48 kg Quecksilber fast völlig aufgehoben. Die Schwingungsdauer mußte, wie bereits Martienssen gefunden hatte, außerordentlich groß gemacht werden, um die sogenannten ballistischen Ausschläge zu verkleinern. Die Bewegung des Kreisels wird daher mehrere Stunden vor Ingebrauchnahme des Kompasses begonnen werden müssen. Eine selbsttätige, durch die Rotation zustande gebrachte Luftströmung dämpft die Schwingungen, welche durch Geschwindigkeitsänderungen hervorgerufen werden, so daß der Kreisel sich nach wenigen Schwingungen bereits wieder in den Meridian stellt. Die Kosten eines derartigen Kompasses belaufen sich zwar auf gegen 30000 Mark, gleichwohl soll derselbe demnächst auf allen Kriegsschiffen eingeführt werden, da er sich im letzten Frühjahr an Bord S. M. S. „Deutschland" vortrefflich bewährt hat.

Sehr interessant sind die neueren Untersuchungen über die magnetische Polarität an alten Vasen, Ziegeln und der Erhitzung ausgesetzt gewesenen Steinen. Es ist eine wissenschaftliche Tatsache, daß ein auf 100° C erhitzter und langsam abgekühlter Tonkörper vollkommen die Eigenschaften eines Magneten mit Nord- und Südpolrichtung besitzt. Wissen wir z. B. von einer gebrannten Tonvase die Lage, die sie im Brennofen eingenommen hat — je nach ihrer Form wagerecht oder senkrecht —, so kann man leicht aus ihrer durch Hitze erzeugten magnetischen Eigenschaft die magnetische Neigung (Inklination) bestimmen, d. h. man kann nahezu genau, wenn sich die Zeit ihrer Herstellung ermitteln läßt, die Lage des damaligen Nord- oder Südpols angeben, der sich ja fortwährend ändert. Denn die magnetischen Pole der Vase oder des Ziegels oder irgendeines anderen Tongegenstandes bleiben unverändert trotz der fortwährenden Verschiebungen der magnetischen Pole. So wird z. B. eine sich in senkrechter Lage befindliche, vor 3000 Jahren gebrannte Tonvase mit beträchtlicher Genauigkeit die damalige Lage der magnetischen Pole bezeichnen. Selbst wenn die Vase zertrümmert gewesen ist, vermag sie dennoch nach ihrer Zusammenkittung mit derselben Genauigkeit den magnetischen Nordpol anzuzeigen. Folgheriter hat nun auf Grund dieser physikalischen Merkwürdigkeit die Pollagen in verschiedenen Zeiten bestimmt. Er hat unter anderem durch etruskische Vasen nachweisen können, daß die magnetische Inklination in Italien um das Jahr 800 v. Chr. weiter südlich als heute ausschlug, d. h. der magnetische Südpol lag damals näher zu Mittelitalien, als der magnetische Nordpol. Gegen 600 v. Chr. lagen die beiden magnetischen Pole in gleicher Entfernung von Etrurien; Italien lag also damals auf dem magnetischen Äquator. Ebenso merkwürdig sind die Versuche, die mit geologischen Bildungen nach derselben Richtung gemacht wurden. Bernard Bruhns hat nachgewiesen, daß dieselbe magnetische Wirkung, wie bei gebrannten Tonkörpern, sich bei den unter gewaltigen Hitzegraden entstandenen Basalt- und Lavaformen zeigt. Nachdem sich die vulkanischen Ausbruchgesteine abgekühlt hatten, waren sie mit einer dauernden und bis auf den heutigen Tag unverändert gebliebenen Polarität ausgestattet. Auf Grund dieser Wirkung konnte er nachweisen, daß zur Miocänzeit in Frankreich der magnetische Südpol näher lag als der magnetische Nordpol. Aus diesen Versuchen läßt sich auch die Möglichkeit ableiten, aus den Herdsteinen eines Höhlenbewohners die Lage des damaligen magnetischen Nordpols zu bestimmen, und ebenso wird sich, wenn auch nicht der Tag und die Stunde, so doch das Jahrzehnt bestimmen lassen, wann dieser Höhlenbewohner in seiner Höhlenwohnung gehaust und wann er auf diesen Herdsteinen seine letzte Mahlzeit zubereitet hat.

Wagen.

Man sagt meist kurzweg, die Wagen seien aus der Schleife entstanden. Ob das richtig ist, wird sich jemals schwer feststellen lassen. Gewiß ist, daß das Wagenrad und der Wagen schon sehr alt sind. Aus assyrischen und ägyptischen Darstellungen kennen wir zahlreiche Wagen des 2. Jahrtausends vor Christus. In unseren Mooren haben sich Reste von Rädern und Wagen erhalten, die teilweise wohl gleichfalls ins zweite vorchristliche Jahrtausend gehören. Je nach dem Stande der Technik wurden Räder und Wagen mehr oder weniger sorgfältig konstruiert. Während sich z. B. im Mittelalter in Europa noch vielfach das plump gearbeitete Vollrad findet, können die Assyriologen heute bereits genaue Zeitabschnitte bestimmen, in denen die Assyrier ihre Räder mit vier, sechs, acht oder noch mehr Speichen anfertigten. In der europäischen Bronzezeit, also etwa ums Jahr 1700 v. Chr., goß man, wie wir aus Funden wissen, sogar schon vier- bis sechsspeichige Räder mit stark vorstehender Nabe.

Als Modelle der Wagenkonstruktion kann man die kleinen Votivwagen ansehen, die zu religiösen Zwecken Verwendung fanden. Besonders berühmt sind die bronzenen Votivwagen, die man bei Peccatel, einem Dorf in Mecklenburg, bei Judenburg in Steiermark und in Trundholm auf Seeland (Dänemark) fand. Sie gehören in den Übergang von der Bronze- zur Eisenzeit, also etwa ins 10. Jahrhundert v. Chr.

In der Hallstatt- und älteren Tènezeit, zwischen 1000 und 500 v. Chr., bestattete man die Krieger häufig mit ihren Wagen. Im Moor von Dejbjerg in Jütland fand man in einem Grab zwei hölzerne, mit Bronze beschlagene Wagen mit je vier Rädern. Die Bronze ist reich verziert und die Konstruktion des ganzen Fahrzeugs äußerst elegant[1]). Wie bei allen Wagen der frühesten Zeit, liegen die Radachsen ohne irgendwelche Federung unter dem Wagengestell fest, und auch die Deichsel ist starr mit dem Wagengestell verbunden (s. Abb. 173).

Aus dem griechischen und römischen Altertum sind uns sowohl aus den Schriftstellern, als auch von den Denkmälern her zahlreiche Beispiele über zwei- und vierrädrige Wagen bekannt.

Eine trotz der poetischen Form mit technischer Genauigkeit wiedergegebene Beschreibung eines Kriegs- und Luxuswagens aus der Heroenzeit liefert uns Homer an einer Stelle der Iliade, an welcher er den Wagen der Here beschreibt[2]):

Hebe fügt um den Wagen ihr schnell die geründeten Räder,
Mit acht ehernen Speichen, umher an die eiserne Achse.
Gold ist innen der Kranz, unalterndes; aber darauf sind
Eherne Schienen gelegt, anpassende, Wunder dem Anblick.
Silbern glänzen die Naben in schön umlaufender Ründung.
Dann in goldenen Riemen und silbernen schwebet der Sessel
Ausgespannt, und umringt mit zwei umlaufenden Rändern.
Vornhin steckt aus Silber die Deichsel sich; aber am Ende
Band sie das goldene Joch, das prangende, dem sie die Seile,
Golden und schön umschlang. In das Joch nun fügete Here
Ihr schnellfüßig Gespann, und brannte nach Streit und Getümmel.

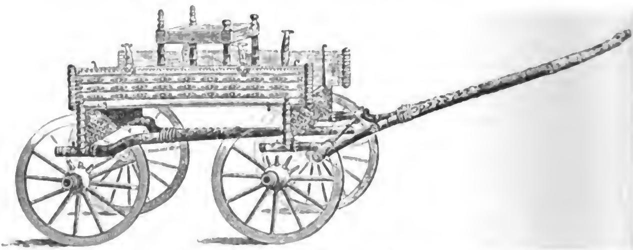


Abb. 173. Wagen, 1000—500 v. Chr. Gefunden in Jütland.
(Nationalmuseum in Kopenhagen.)

Die hauptsächlichste Verwendung fanden die Wagen, selbst bis über das Mittelalter hinaus, im Kriege. Allerdings erwähnt schon der römische Geschichtschreiber Suetonius ums Jahr 130 Mietswagen in Rom[3]). Daß sich die römischen Kaiser vereinzelt prächtiger Luxuswagen bedienten, wissen wir. Einen Wagen mit Drehsesseln, wie wir sie heute in Automobilen verwenden, scheint Kaiser Commodus im Jahre 192 hinterlassen zu haben, denn Capitolinus[4]) spricht von „Wagen, deren Bauart neu ist . . . durch eigenartige Sitze, so daß man durch Drehung bald die Sonne abwenden, bald von der bewegten Luft Vorteil ziehen kann“.

Mit dem Verfall des von den Römern gepflegten Straßenbaues im Mittelalter ging die Verwendung des Wagens für die Personenbeförderung immer mehr zurück. Die Reisenden ritten, vornehme Leute, besonders Frauen ließen sich in Sänften tragen. Wo man im Mittelalter Personen im Wagen dargestellt sieht, handelt es sich

meist um Krieger. Auch in konstruktiver Hinsicht ist der Wagenbau gegen das Altertum weit zurückgegangen; denn z. B. die Räder eines großen Fuhrwerks, das ums Jahr 1175 abgebildet wird, wie es verunglückt ist, zeigen eine äußerst primitive Bauart, und vor allen fehlt ihnen jede metallene Bereifung. Auch an den wenigen erhaltenen Geschützlafetten des Mittelalters ist die Radkonstrukion sehr einfach. Wie das Untergestell eines mittelalterlichen Reisewagens aussah, erkennen wir zufällig aus einer Darstellung (Abb.

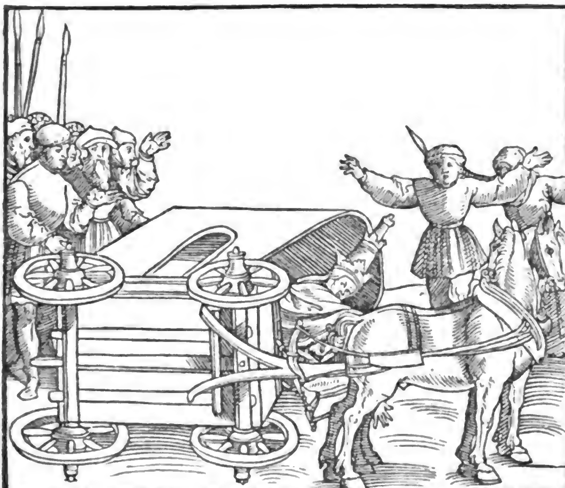


Abb. 174. „Wie Bapst Johannes auff dem Arlenberg inn dem schnee lag."
(Holzschnitt aus Reichenthals Conciliumbuch, 1536.)

174), die einen Reiseunfall des Papstes Johann auf dem Wege zum Konstanzer Konzil (1414—1418) darstellt. Wir sehen, daß selbst bei dem Wagen eines hohen Herrn die Räder ohne irgendwelche Federung am Wagenkasten sitzen und daß die Vorderräder mit der Deichsel seitlich drehbar angeordnet sind. Wagen, deren Kasten in Riemen hängen, sollen in dem Dorfe Koce bei Raab in Ungarn erfunden worden sein. Einer der ersten von ihnen kam im Jahre 1457 als Geschenk Königs Ladislaus V. von Ungarn an die Königin von Frankreich. Diese bequemen Reisewagen, die ungarisch „Kocsimy", d. h. Fuhrwerke aus Kocs, hießen, wurden „Kutschen"

genannt und bald besonders von hohen Frauen, Fürsten oder kranken Personen zum Reisen benutzt. Schon im Jahre 1474 fuhr Kaiser Friedrich III. in einer solchen Kutsche nach Frankfurt a. M., und 1509 erschien die Gemahlin des Brandenburger Kurfürsten Joachim I. in einem derartigen Wagen zum Turnier in Ruppin. Wie langsam sich diese Fahrzeuge einführten, erkennen wir aus einem Ausspruch vom Jahre 1554, worin die römischen Machthaber die Verwendung der Kutschen einschränken wollen, da sie „den Reisenden verweichlichen und die Straßen ruinieren". Selbst in das betriebsame England fanden die Kutschen erst ums Jahr 1580 Eingang.

Bremsvorrichtungen in unserm Sinne habe ich an älteren Wagen noch nicht feststellen können, doch scheint durch die allmähliche Einführung der Kutschen die Erfindung des Radschuhs angeregt worden zu sein; denn in einer in Heidelberg aufbewahrten Bilderhandschrift vom Jahre 1489 wird unser heutiger Radschuh als bemerkenswerte Neuheit — an Stelle der schon im Altertum bekannten, durch das Rad hindurchgeschlungenen Hemmkette — skizziert. Um einen eingesunkenen Wagen oder ein Fuhrwerk, das ein Rad gebrochen hat, zu heben, verwenden wir heute die Wagenwinde. Sie läßt sich in ihrer Ausführung mit Zahnstange und Zahnrädern zum erstenmal bei dem italienischen Ingenieur Lorini im Jahre 1597 nachweisen[5]: „Dieses Instrument wird von Kanonieren und Frachtfuhrleuten viel gebraucht, namentlich in Flandern, wo ich oft gesehen habe, daß man die schwersten Geschützrohre damit hob und sie auf die Lafette setzte. Doch waren diese Instrumente klein von Gestalt, d. h. sie hatten ein langes schmales Gehäuse aus starkem Holz, worin sich die eiserne Zahnstange, sowie die Räder und Getriebe befanden und verdeckt waren. Die Last wurde mit dem Kopf der Stange gehoben, welcher, um sie erfassen zu können, halbmondförmig war. Aber wenn man das Instrument in größeren Dimensionen von Holz ausführen will, um auf einem Blocke damit zu arbeiten, muß die Zahnstange durch das von dem Blocke unterstützte Gehäuse hindurchgehen, um die Last vermittels der beiden Räder und dreier Getriebe zu heben."

Im 17. Jahrhundert nahm der Luxus in der Ausstattung der fürstlichen Wagen ungeheuer zu, und besonders kamen die kostbaren Hochzeitswagen an den Höfen in Gebrauch. Als die erste Gemahlin Kaiser Leopolds I. im Jahre 1676 in Wien einzog, kostete der Brautwagen samt dem Pferdegeschirr die damals riesige Summe von 38000 Gulden. Auch die Verglasung der Wagen kam im 17. Jahrhundert in Gebrauch. Eines der ersten Beispiele dafür ist eine Nachricht, daß die spanische Infantin Maria, die Gemahlin des Erzherzog-Thronfolgers Ferdinand in Graz mit einem wahrscheinlich aus Mailand stammenden „gläsernen Wagen, darinnen nicht mehr denn zwo Personen Platz hatten", ankam. Auch die Mietkutschen kamen im 17. Jahrhundert wieder auf. London hatte

um 1625 20 Mietkutschen, die vor den vornehmsten Gasthöfen hielten. Im Jahre 1652 zählte man dort schon 200 Mietwagen, zwei Jahre später gar 300, und im Jahre 1718 bereits über 800. Nach Paris kamen die Mietkutschen ums Jahr 1650. Nicolas Sauvage, der sie damals in der Rue St. Martin, in seinem „Hotel St. Fiacre“ genannten Hause bereit hielt, machte ein gutes Geschäft damit. Die Pariser nannten die Mietwagen bald nach dem Hause: Fiaker.

Der Generalquartiermeister des Kurfürsten von Brandenburg, Philipp von Chieze, der im Jahre 1565 eine Reise nach Paris machte, konstruierte sich dazu einen bequemen und leichten zweisitzigen Wagen, der in Paris so sehr gefiel, daß man ihn unter dem Namen „Berline“ später baute[6]).

Als 1669 die Landkutschen in England aufkamen, wurde diese Neuerung für das größte Mißgeschick erklärt, welches sich je in England ereignet habe. Die Landkutschen würden den gesamten Handel zerstören. Die zahlreichen Gegner führten aus, daß sich die Reisenden in der Zukunft keine Schwerter und Pistolen mehr zu kaufen brauchten, und daß deren Kleider so sehr geschont würden, daß eine Erneuerung viel seltener erforderlich wäre, wie auch der Verbrauch von Wein und Bier in den Gasthöfen bedeutend geringer werden müßte. Die Menschheit selbst würde verweichlichen, da das Reiten abkäme, und damit die Menschen entwöhnt würden, Frost, Hitze, Regen und Schnee zu ertragen. Als die Landkutschen einige Jahre im Gebrauch waren, konnten die Gegner mit statistischem Material aufwarten. Um das Riesenhafte des bevorstehenden nationalen Niedergangs darzutun, wurde angeführt, daß zwischen den Städten York, Chester, Exeter und London nicht weniger als 36 Personen wöchentlich reisten, was im Jahre die enorme Zahl von 1872 Personen ergäbe[7]).

Interessante Schilderungen über den Wagenverkehr in England im 17. Jahrhundert gibt der große englische Geschichtschreiber Lord Macaulay of Rothley[8]): „Man sagt, daß die Feldfrüchte manchmal an einem Platze verfaulten, während an einem andern nur ein paar Meilen entfernten Orte der Nachfrage längst nicht genügt werden konnte. Die Wagen wurden in jenen Gegenden meist von Ochsen gezogen. Eine Hauptursache für die Schlechtigkeit der Straßen scheint die Unvollkommenheit des Gesetzes gewesen zu sein. Jede Gemeinde hatte die ihr gehörigen Chausseen auszubessern. Die Bauern waren verpflichtet, sechs Tage im Jahre umsonst Hilfe dazu zu leisten. Falls dies nicht genügend war, wurden Arbeiter gemietet und die Kosten von der Gemeinde gedeckt.

Der öffentliche Verkehrsdienst, sowohl für Güter wie für Passagiere, zeigte Mangel an Organisation. Zur Zeit Karls II. wurden schwere Gegenstände auf den besten Wegen gewöhnlich durch die Postwagen von Ort zu Ort befördert. In dem Stroh dieser Fahrzeuge drängte sich eine Menge von Passagieren, die es sich nicht

leisten konnten, mit der Postkutsche oder zu Pferde zu reisen, und durch Gebrechlichkeit oder durch die Last ihres Gepäckes verhindert waren, zu Fuß zu gehen. Die Kosten für die Beförderung schwerer Güter auf diese Art waren enorm. Von London nach Birmingham kostete eine Tonne Gewicht 7 Lstr. (140 Mark), von London nach Exeter 12 Lstr. (240 Mark). Das bedeutete für jede Meile etwa $1^1/_3$ sh. (1,35 Mark) pro Tonne, um ein Drittel mehr, als was man später an Überzoll erhob und 15mal soviel, als was jetzt die Eisenbahn-Gesellschaften verlangen. Die Beförderungskosten wurden bei einzelnen nützlichen Gegenständen noch durch Schutzzölle vermehrt. Besonders Kohlen sah man nie anderswo als in Distrikten, wo sie gewonnen wurden oder wohin man sie auf dem Seewege bringen konnte, und im Süden Englands nannte man sie tatsächlich immer Seekohle.

Öffentliche Wagen hatte man seit kurzem sehr verbessert. Während der Jahre, die unmittelbar der Restauration folgten, lief zwischen London und Oxford eine Eilpost in zwei Tagen. Die Passagiere schliefen in Beaconsfield. Zuletzt, im Frühling des Jahres 1669, wurde eine große und gewagte Neuerung versucht. Es wurde angekündigt, daß ein Fahrzeug, das man den „fliegenden Wagen" nannte, die ganze Reise zwischen Sonnenaufgang und Sonnenuntergang machen würde. Dieses kühne Unternehmen wurde von den Häuptern der Universität feierlich erwogen und sanktioniert und scheint ein gleiches Interesse erregt zu haben, wie in unserer Zeit die Eröffnung einer neuen Eisenbahnlinie. Der Vizekanzler schrieb die Stunde und den Ort der Abfahrt vor. Der Erfolg des Unternehmens war ein durchschlagender. Um 6 Uhr in der Frühe startete der Wagen vor All Soul-College, und um 7 Uhr abends waren die unternehmungslustigen Herren, die das erste Risiko auf sich genommen hatten, heil vor dem Gasthof in London angekommen. — Die Taxe war für damalige Verhältnisse hoch, 2 Pence (etwa 17 Pfennige) im Sommer und etwas mehr im Winter.

Diese Art zu reisen, die man heute als unleidlich langsam empfinden würde, schien unseren Vorfahren wundervoll und sogar beunruhigend schnell. In einem Werke, das wenige Monate vor Karls II. Tode herausgegeben wurde, werden die „fliegenden Wagen" gelobt als weit besser als alle ähnlichen bisher bekannten Fahrzeuge. Ihre Geschwindigkeit ist der Gegenstand besonderen Lobes und wird triumphierend mit dem schleichenden Tempo des kontinentalen Postwagens verglichen. Aber mit solchen Lobpreisungen mischten sich Klagen und Schmähungen. Die Interessen weiter Klassen waren durch Einrichtung der neuen Posten geschädigt und, wie gewöhnlich, waren viele Personen aus purer Dummheit oder Dickköpfigkeit geneigt, sich der Neuerung zu widersetzen, einfach deshalb, weil es eine Neuerung war. Es wurde leidenschaftlich argumentiert, daß diese Art der Beförderung verhängnisvoll für die Pferdezucht und die edle Kunst der Reiterei, daß die

Themse, die solange eine wichtige Schule der Seeleute gewesen war, aufhören würde, die Hauptstraße von London nach Windsor und Gravesend zu sein; Sattler und Sporenmacher würden zu Hunderten ruiniert; zahlreiche Gasthöfe, in denen die Reiter abzusteigen pflegten, würden veröden und sich nicht länger rentieren; die neuen Wagen seien zu heiß im Sommer und zu kalt im Winter; die Passagiere würden durch Kranke und schreiende Kinder belästigt; die Wagen kämen manchmal so spät an, daß es unmöglich sei, ein Abendessen im Wirtshaus zu bekommen, und starteten manchmal so früh, daß es unmöglich sei, erst zu frühstücken. Aus diesen Gründen sei es sehr zu empfehlen, daß kein öffentlicher Wagen mehr als 4 Pferde haben sollte, nicht öfter als einmal in der Woche fahren und nicht mehr als 30 Meilen pro Tag zurücklegen dürfe. Es sei zu hoffen, daß nach Annahme dieser Änderung alle Reisenden, mit Ausnahme der Kranken und Lahmen, zu der alten Art zu reisen zurückkehren würden. Petitionen mit solchen Meinungen wurden dem König von verschiedenen Gesellschaften der City von London, von verschiedenen Provinzstädten und verschiedenen Grafschaften im Rat eingereicht. Wir lächeln über so etwas. Es ist nicht unmöglich, daß unsere Nachkommen, wenn sie die Geschichte des 19. Jahrhunderts lesen, über die Opposition, die Dummheit und Vorurteil gegen die Neuerungen jener Zeit erheben, ihrerseits lächeln."

Da die Benutzung der Mietswagen, wie auch noch heute, ziemlich kostspielig war, wurde schon im Jahre 1662 in Paris der Versuch gemacht, „Carosses à cinq sous", also Wagen, in denen der Platz 20 Pfennige kostete, einzuführen. Die Erfindung wird dem großen Philosophen und Schriftsteller Blaise Pascal zugeschrieben. Pascal wies eines Tages in einem Gespräch mit seiner Schwester darauf hin, wie gut es wäre, wenn man noch größere Mietswagen in Verkehr bringen könnte; in diesen Wagen, die auf vorgeschriebener Strecke durch die verkehrsreichsten Straßen fahren und auf Wunsch der Mitfahrenden an jeder beliebigen Stelle anhalten müßten, sollte gegen Zahlung eines kleinen Fahrpreises jeder Bürger Platz nehmen dürfen. Pascals Schwester gab diesen guten Gedanken ihres Bruders weiter, und es dauerte nicht lange, so hatte sich mit Erlaubnis des Königs vom 18. März 1662 eine Gesellschaft für die Einstellung großer Verkehrswagen gebildet. In der königlichen Konzession war aber ausdrücklich bestimmt, daß „Soldaten, Pagen, Lakaien und anderes Livreevolk, sowie Arbeiter und Tagelöhner" zu den Wagen keinen Eintritt haben dürfen, mit andern Worten: das Volk war ausgeschlossen. Da nun das „gewöhnliche" Volk ausgeschlossen war und andererseits die vornehmen Klassen es als eine Schande betrachteten, in einem Mietswagen Platz zu nehmen, so geschah, was notwendigerweise geschehen mußte: die Unternehmer waren schon nach kurzer Zeit am Ende ihrer Mittel.

Ein neuer Versuch zur Einführung des Omnibus wurde erst wieder im Jahre 1819 durch den Pariser Bankier Jacques Laffitte

gemacht, doch auch diesem Unternehmer gelang es nicht, aus seiner Gründung Gewinn zu ziehen. Erst im Jahre 1828 kam der Omnibus in Paris dauernd in Benutzung. König Karl X. von Frankreich, der sich lebhaft für die Neuerung interessierte, ließ eines Tages den damaligen Polizeipräsidenten von Paris zu sich kommen und fragte ihn, ob er nicht ein Mittel wüßte, durch das der Omnibusverkehr besser floriere. Der Gefragte war um die Antwort nicht verlegen. Prompt erwiderte er: „Es müßte eine Persönlichkeit des Hofes einmal eine Fahrt mit dem Omnibus machen." Entrüstet wies der König diese Möglichkeit von sich, aber die junge Herzogin von Berry, die dem Gespräche zugehört hatte, erklärte sich damit einverstanden. Alle Proteste und Vorhaltungen fruchteten nichts, und die Herzogin unternahm in der Tat eine Spazierfahrt mit dem Omnibus von der Rue de Lancry nach der Madeleine. Diese „Tat" sprach sich in der Hauptstadt bald herum, und es dauerte nicht lange, so konnten die einzelnen Wagen nicht die Fahrgäste alle aufnehmen, so daß immer wieder neue Omnibusse in Dienst gestellt werden mußten. Im folgenden Jahre kam der Omnibus nach London.

Nach Deutschland kam das neue Fahrzeug durch Simon Kremser, einem Mann von großer Vielseitigkeit[9]). Er war im Jahre 1806 als „Kgl. preuß. Kriegskommissarius" in persönlichen Diensten Blüchers gewesen. Von diesem mit dem Transport der Kriegskasse betraut, hatte Kremser Gelegenheit, das Fuhrwesen kennen zu lernen. Einmal gelang es ihm, die Kasse unter schwierigen Verhältnissen aus einer vom Feinde bedrohten Stellung zurückzuholen. Als Belohnung erhielt er dafür das Eiserne Kreuz und den Orden Pour le mérite. Während der Befreiungskriege war er ständig an Blüchers Seite und wurde von ihm auch beauftragt, den Transport der Viktoria des Brandenburger Tores von Paris nach Berlin zu leiten. Nach den Kriegsjahren wurde Kremser Gutsbesitzer, mußte seine Besitzung aber bald mit hohen Verlusten verkaufen. Mit dem Rest seines Vermögens ging er nach Berlin und richtete hier den Omnibusbetrieb ein. Kremsers Konzession datiert vom Mai 1825, ist also älter als die endgültige Einführung der Omnibusse in Paris. In der Konzession wird ihm erlaubt, „ganz allein sogenannte Omnibusse am Brandenburger Tor und in Charlottenburg aufzustellen". Der Unternehmer nannte seine Fahrzeuge jedoch nicht Omnibusse, sondern „Kremserwagen". Doch schon nach zwei Jahren ging Kremser, der sein Letztes an seinem Fuhrunternehmen verloren hatte, mittellos nach Rußland. Auch dort war er im Transportwesen tätig, wurde russischer Major und als solcher seit dem Jahre 1849, als er nach Breslau zog, auch pensionsberechtigt. Noch auf dem Sterbebett bekam er zwei hohe russische Orden. Kremsers Verdienst ist es, im deutschen Fuhrwesen feste Taxen eingeführt zu haben. Seine Wagen hingen in Federn und waren mit Verdeck versehen. Die kleineren Omnibusse

hatten vier Sitze, während in den größeren die später allgemein üblichen zwei Längsreihen von Sitzen angebracht waren. Kremsers Verdienst kann nur gewürdigt werden, wenn man den erbärmlichen Zustand der alten Berliner Torwagen, vom Volkswitz „Rippenbrecher“ genannt, berücksichtigt. Die Grobheit ihrer Kutscher ist heute noch sprichwörtlich. Der Wagen fuhr nur ab, wenn er bis auf den letzten Platz voll besetzt war, mochten die Zuersteingestiegenen auch noch solange auf die Abfahrt warten. Jeder Spaziergänger wurde von den Kutschern zum Mitfahren förmlich gepreßt. Unsere Abb. 175 gibt einen solchen Berliner Tor-



Abb. 175. Berliner Torwagen nach der Zeichnung von Doerbeck.
(Kupferstich-Kabinett, Berlin.)

wagen wieder. Obwohl das kleine Fuhrwerk schon überfüllt ist, versucht der Kutscher noch einen weiteren Fahrgast mit den Worten zu gewinnen: „Herr Baron, kommen Se heran, hier fehlt man noch ene lumpigte Person.“ Dies ist der Ursprung einer noch heute in Berlin beliebten Redensart. Der Kremser hat sich sowohl als Omnibus wie als Ausflugswagen der Berliner bis heute erhalten, und eine richtige Berliner Landpartie ist ohne Kremser heute noch undenkbar. Die Gesamtlänge der Omnibuslinien der Reichshauptstadt beträgt über 200 km. Die Gesamtlänge der im Jahre zurückgelegten Strecken der Berliner Omnibusse würde 630mal um die Erde herumführen. Im Verkehr sind täglich außer

34 Automobilomnibussen 577 Omnibusse mit Pferdebespannung. Der Pferdebestand der Berliner Omnibusgesellschaft zählt 4575 Köpfe. Die Gesellschaft beschäftigt 2827 Personen.

Die Einführung der Mietswagen in Berlin geht auf die Regierungszeit König Friedrich Wilhelms I. zurück. Die Anregung dazu gab ein gelegentlich erstatteter Bericht des Kammerherrn, Baron von Pöllnitz, über seinen Aufenthalt in Paris. Durch Kabinettsorder d. d. 11. Dezember 1739 ward im Spreeathen eine „Fiakerzunft" begründet und dieser von dem Monarchen die Summe von 1400 Talern als Beihilfe zur Beschaffung von 14 Wagen bewilligt. Da jedes der gleichartig hergestellten Gefährte nur 90 Taler kostete, so bekamen die „priviligierten Urkollegen", der jetzigen Droschkenlenker die Wagen geschenkt, mußten aber die Betriebsausgaben aus eigenen Mitteln bestreiten. Der „sänfteähnlich" gebaute, außen olivengrün angestrichene „Kasten" eines damaligen Berliner Fiakers hing in breiten Ledergurten auf seinem schweren, vierrädrigen, roten Gestell. Im Innern war er mit grauem Tuch ausgeschlagen, über dessen Nähte farbige Schnur lief. Das schwarzlederne Verdeck, mit Messingnägeln befestigt und durch Kreuzleisten gestützt, trug an der Hinterwand in großen, weißen Ziffern die Nummer des Wagens. Sehr kleine Fenster hatten die Türen; den hohen „Bock", auf dem der Kutscher, bekleidet mit langem Rock und dreieckigem, durch eine rote Kokarde gezierten Hut thronte, umschloß eine „Trommel" aus schwarzer Wachsleinwand. Die festgesetzten Fahrpreise — vier Groschen für eine „Tour" innerhalb der umwallten Stadt und acht, bzw. sechs Groschen für eine Stunde Benutzung — entsprachen nicht den allgemeinen Wünschen. Zudem bediente sich das bessere Publikum vorwiegend der „Lohnkutschen", die einige Gastwirte und Handwerksmeister vermieteten. Auf die beweglichen Klagen der „Fiakerhalter" über geringe Einnahmen ward im Januar 1740 der Gebrauch von Lohnkutschen zu „Stadtfahrten" untersagt. Allmählich besserten sich die Verhältnisse der „Zünftler", die Zahl der Fiaker wuchs. Bis zum Jahre 1772 stieg sie auf 34. Doch nach und nach verloren sie an Bedeutung durch die zunehmenden Beschwerden über „ruchloses und ungesittetes" Benehmen der „trunksüchtigen Fiakerleute", sowie durch erweiterte Gelegenheit, „feinere Lohnwagen" zu angemessenen Preisen zu erhalten. Im Jahre 1794 verschwanden die Fiaker aus den Straßen Berlins.

Zehn Jahre vorher war in England durch John Palmer der geschlossene Postwagen mit Sitzen auf dem Verdeck, die sogenannte „Mail-Coach", aufgekommen. Am 8. August 1784 fuhr der erste Wagen in dieser Art von London nach Bristol. Dadurch steigerte sich die stündliche Fahrgeschwindigkeit von 5,6 km auf 16 km. Auf dem Festlande blieb die Fahrgeschwindigkeit der Wagen aber noch lange eine sehr geringe. So beschwert sich der Freiheitssänger Theodor Körner im Jahre 1811 in einem Brief an seine Eltern, den er unmittelbar nach seiner Ankunft in Berlin schrieb: „Nun bin

ich wohlbehalten in dieser langweiligen Stadt angelangt, Berlin macht wegen seiner unendlichen Größe einen drückenden, unangenehmen Eindruck auf den Ankommenden. Vom Potsdamer Tor bis an die Post (in der Spandauerstraße) sind wir über eine Stunde gefahren ..." Im Jahre 1813 fuhr man von Paris nach Marseille in der Postkutsche 8 Tage und zahlte dafür ohne alle Verpflegungskosten annähernd 137 Franken. Heute legt man dieselbe Strecke mit der Eisenbahn in 12 Stunden zurück und bezahlt in der I. Klasse 100 Franken, in der III. Klasse nur 43 Franken.

Eins wird noch gern von den Schwärmern für eine „gute alte Zeit" zugunsten des Wagens gegen unsere modernen Verkehrsmittel eingewandt: die größere Sicherheit des Reisens. Doch auch dies ist ein Irrtum[10]), wie eine in Frankreich aufgestellte Statistik beweist. Beim Postwagen kam eine Tötung auf 355000 Reisende, eine Verwundung auf 30000 Reisende. Im Eisenbahnbetrieb kommt jetzt eine Tötung auf 26720000 Reisende, eine Verwundung auf 1060000 Reisende. Die Sicherheit ist also bei der Eisenbahn 75 mal, beziehentlich 35 mal größer, als beim Postwagen.

Wegmesser und Fahrpreisanzeiger.

Man nimmt im allgemeinen an, unsere „Fahrpreisanzeiger“ seien eine Erfindung des russischen Ingenieurs A. Nicolajczuk vom Jahre 1894, doch mit Unrecht; bis weit in die römische Kaiserzeit zurück lassen sich Wagen mit Wegmessern daran verfolgen. Allerdings dienten sie meist wissenschaftlichem Zwecke.

Der römische Ingenieur Vitruv beschreibt im Jahre 24 v. Chr. in seinem Werk eine Vorrichtung, um mittels eines Wagens den zurückgelegten Weg messen zu können[1]). Er sagt ausdrücklich, daß die Vorfahren diesen Wegmesser schon gekannt hätten. Er sagt: „Lenken wir nun unsere Betrachtung auf ein anderes, keineswegs unnützes, sondern von den Vorfahren überaus geschickt entwickeltes und uns überliefertes Verfahren, nämlich jenes, wodurch man, sei es in einem Wagen sitzend, oder auf dem Meere segelnd, immer wissen kann, welche Anzahl von Meilen man bereits vom Wege zurückgelegt habe. Dies aber wird auf folgende Weise geschehen. Es sollen, wenn es sich um einen Wagen handelt, die Räder einen Durchmesser von vier ein sechstel Fuß haben, so daß das Rad, wenn an demselben ein gewisser Punkt gekennzeichnet ist, und es von diesem ausgehend auf dem ebenen Wege sich vorwärts bewegt und sich umdreht, dann, wenn es wieder mit dem Punkte, mit welchem anfangend es die Drehung begonnen hat, in dieselbe Lage kommt, ein bestimmtes Längenmaß von zwölf ein halb Fuß zurückgelegt hat. Nachdem dies so vorbereitet ist, treibe man in die Nabe des Rades an der Innenseite eine Scheibe unverrückbar hinein, welche einen einzigen Zahn hat, der über ihren Umfang hervorragt. Darüber an dem Wagenkasten ist ein Gehäuse festgeheftet mit einem senkrecht gestellten, in einer Achse gehenden Zahnrad, an dessen Umfang gleichmäßig verteilt vierhundert Zähnchen ausgeschnitten sind, in welche der Zahn der unteren Scheibe eingreift: in demselben Zahnrade bohre man so viele Löcher, als ein Wagen Meilen in einer Tagereise zurücklegen kann — sind es etwas weniger oder mehr, so hat es nichts auf sich —; in alle diese Löcher lege man runde Steinchen, und in den Boden jener Kapsel oder jenes Gehäuses mache man ein Loch, das ein Röhrchen aufnimmt, durch welches die in das Zahnrad gelegten Steinchen, wenn sie an jene Stelle kommen, einzeln in den Wagenkasten und in ein untergestelltes Bronzegefäß fallen.

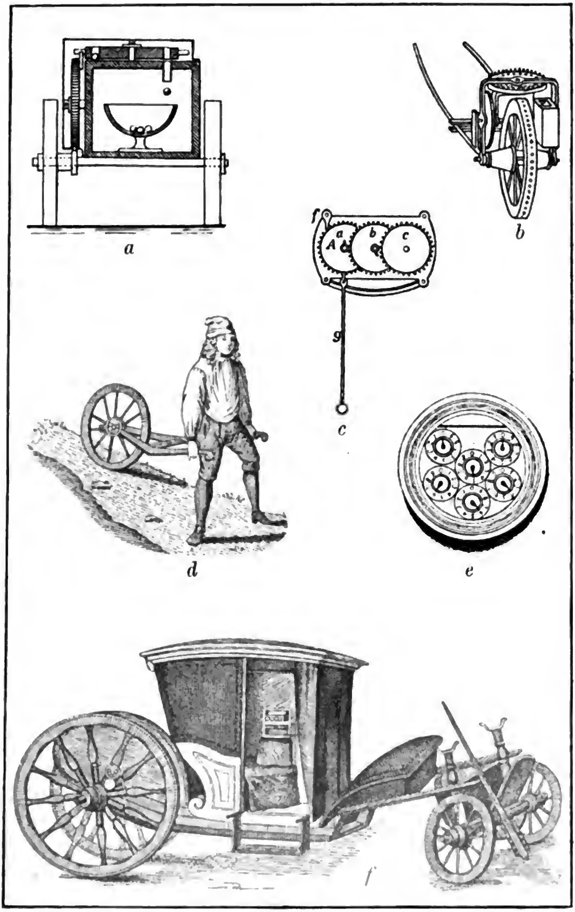


Abb. 176. **Wegmesser und Schrittzähler.** a) Wegmesser von Vitruv, 24 v. Chr. b) Wegmesser von Leonardo da Vinci, um 1500. c) Schrittmesser von Leonardo da Vinci. d) und e) Wegmesser von 1726 (Abb. d zeigt die ganze Maschine, Abb. e das Zählwerk). f) Kutsche mit Wegmesser im Innern des Wagens, 1726.

Wenn daher das Rad im Vorwärtsrollen die untere Scheibe mit sich herumdreht und der Zahn derselben bei jeder einzelnen Umdrehung die einzelnen Zähnchen des oberhalb befindlichen Zahnrades eingreifend vorwärts bewegt, so wird sich ergeben, daß, wenn die untere Scheibe sich vierhundertmal umgedreht hat, das oberhalb befindliche Zahnrad sich einmal herumdreht, und daß der Zahn, welcher an dem letzteren seitlich befestigt ist, ein Zähnchen des wagerechten Zahnrades vorwärts rückt. Während mithin durch die vierhundert Umdrehungen der unteren Scheibe das obere Zahnrad einmal umgedreht wird, ergibt sich eine zurückgelegte Wegstrecke von fünftausend Fuß, d. h. von einer Meile. Es werden daher die klingend herabfallenden Steinchen die Zurücklegung der einzelnen Meilen zu erkennen geben: die Gesamtzahl der Steinchen aber, welche man dann unten zusammen herausnimmt, wird die Anzahl der in einer Tagreise zurückgelegten Meilen anzeigen." Den von Vitruv angegebenen Wegmesser gibt Heron von Alexandrien ums Jahr 100 n. Chr. an, um mit seiner Hilfe die Entfernungen bei Landesvermessungen feststellen zu können[2]).

Aus einem Falle wissen wir, daß derartige Wegmesser im Altertum ausgeführt wurden[3]). Als nämlich der römische Soldatenkaiser Commodus im Jahre 192 starb, hinterließ er unter andern Dingen auch „Wagen, die den Weg messen und die Wegestunden angeben". Sie werden gewiß nach den Vorschriften von Vitruv gebaut gewesen sein.

Leonardo da Vinci war in späterer Zeit der erste, der sich des Vitruvschen Wegmessers wieder erinnerte (s. Abb. 176 b), zugleich aber auch zwei Verbesserungen des Instruments erdachte[4]). Zunächst versah er den Wegmesser zum erstenmal mit einem sich andauernd drehenden Zeiger. Dieser Zeiger gab die zurückgelegte Weglänge auf eine viertel Meile genau an, während bei dem Vitruvschen Wegmesser nur die ganzen Meilen durch den Glockenschlag angezeigt wurden.

Sodann erdachte Leonardo auch einen Schrittzähler (s. Abb. 176c), den er folgendermaßen beschreibt: „A ist ein Zahnrad mit 60 Zähnen, b hat deren 50 und c ebenfalls 50. Bei jedem Schritte, den ein Mann oder ein Pferd macht, stößt der Hebel gegen den Schenkel dessen, der ihn trägt, und bei seiner Bewegung bewegt er das Rad A um einen Zahn. Die Sperrklinke f stützt das Rad, so daß es nicht rückwärts geht. Also macht das Rad eine Umdrehung bei 60 Schritten, und zu gleicher Zeit bewegt sich das Rad b nur um einen Zahn, da das Getriebe a des Rades A nur einen Zahn hat." Derartige Schrittmesser hat man bisher stets für eine neue Erfindung gehalten, doch man sieht, daß sie schon über 400 Jahre alt sind.

Die erste praktische Anwendung eines Wegmessers, von der wir Kenntnis haben, unternahm im Jahre 1528 der Kosmograph Fernel. Er bestimmte nämlich mittels eines Wegmessers die Ent-

fernung zwischen Paris und Amiens, um die Größe eines Meridiangrades der Erde zu ermitteln. Der Zufall half dem Gelehrten bei dieser tragikomischen Gradmessung, so daß er einen Erdumfang von fast genau 40000 km feststellte. Daß dieses Resultat so richtig herauskam, ist wahrlich mehr als ein Zufall, denn Fernels Meßrad mußte auf die Länge eines geographischen Grades 17024 Umdrehungen machen[5]). Ein ganz geringer Fehler hätte also genügt, das Endergebnis der Messung zu verändern.

Der älteste noch erhaltene Wegmesser stammt aus dem Jahre 1598. Er wurde damals von Paul Pfinzing, einem Nürnberger Ratsherrn, angefertigt, 1615 von Hulsius unter dem Namen „Wegzähler" beschrieben[6]) und wird noch gegenwärtig in Dresden aufbewahrt.



Abb. 177. Wegmesser von Capra, 1678.

Gegen Mitte des 17. Jahrhunderts scheinen in Italien die Wegmesser an den Kutschen aufgekommen zu sein. Zum erstenmal beschrieben werden sie im Jahre 1678 von dem italienischen Ingenieur Alessandro Capra[7]). Wir sehen in Abb. 177 an einem der damals gebräuchlichen Wagen eine ziemlich umständliche Zahnradübersetzung, die natürlich, um sie sichtbar zu machen, viel zu groß gezeichnet ist. Von einem Kronrade führt eine Achse wagerecht zum vorderen Teil des Wagens und wird dort der Beschreibung gemäß wieder senkrecht nach oben hin übersetzt. Hinter dem Kutschersitz befindet sich ein Zifferblatt, an dem die zurückgelegte Wegstrecke sowohl für den Reisenden als für den Kutscher sichtbar ist. Diese Darstellung entspricht im allgemeinen der Anordnung bei unsern Taxametern.

Im 18. Jahrhundert waren wegmessende Wagen sehr beliebt und wurden verschiedentlich benutzt. Wahrscheinlich machte der

Kartograph Johann Christoph Müller, ein geborener Nürnberger, die Landesaufnahme zu seiner böhmischen Landkarte, die im Jahre 1720 erschien, mit Hilfe eines Wegmessers [8]). Sicher wissen wir, daß Adam Friedrich Zürner damals die sächsische Landesaufnahme mit einem „geometrischen Wagen" machte, der 1726 unter den sächsischen Berühmtheiten beschrieben wurde [9]). Mittels Zeigern und Glocken maß dieser Wagen die Länge eines Morgens, sowie viertel, halbe und ganze Meilen. In dem im Jahre 1739 zu Leipzig erschienenen großen Werk über Maschinen beschrieb der Verfasser, Leutpold, verschiedene Wegmesser und auch zum erstenmal wieder die Schrittzähler [10]).

Der Berliner Buchhändler Friedrich Nicolai bediente sich auf seiner berühmten Reise durch Deutschland eines von dem Mechaniker Catel hergestellten Wegmessers [11]), der folgendermaßen beschrieben wird: „An einem oblongen Kasten von ungefähr sechs Zoll Länge saß an der einen Seite ein eiserner, sechsspitziger Stern, an der andern ein kleiner Zifferblock mit Zeiger. Öffnete man die verschlossene Tür, so sah man inwendig mehrere eiserne Räder und Zapfen. Dies war der Wegemesser, den Nicolai bei seiner großen Reise durch Deutschland angewendet hatte. Er ward an den Wagenkasten geschraubt. Bei jeder Umdrehung des Hinterrades faßte ein Stift, der in der Peripherie des Rades steckte, in den sechsspitzigen Stern und drehte ihn um eine Stelle weiter. Der Zeiger ergab dann die Zahl der zurückgelegten Fuße und Meilen."

Einen ähnlichen Apparat hatte damals, vermutlich schon im Jahre 1765, der Berliner Mechaniker Hohlfeld erdacht und ausgeführt [12]). Besonders aber muß dieser Hohlfeld, der ein äußerst kunstreicher Mann war, als Erfinder der Schrittzähler genannt werden, die man gleich einer Uhr in die Tasche stecken kann. Meistens schreibt man die Erfindung dieser kleinen Instrumente dem Engländer Payne zu. Dieser hat jedoch erst im Jahre 1831 einen solchen Apparat gebaut. Sowohl der Taschen-Schrittzähler von Hohlfeld als auch der von Payne wirkten dadurch, daß ein lose aufgehängter Hammer bei jedem durch den Schritt entstehenden Stoß in ein Zahnrad eingreift und dieses um einen Zahn weiterbewegt.

Dem Ende des 19. Jahrhunderts war es vorbehalten, die alten Wegmesser zur Berechnung des Preises bei der Benutzung von Mietkutschen wieder zu verwenden. Wir nennen derartige Fahrzeuge heute „Fahrpreisanzeiger", oder weniger schön „Taxameterdroschken". Neu ist der Gedanke, nach Maßgabe des rückgelegten Weges zu bezahlen, keineswegs. Bereits im Jahre 1662 führten die mietbaren Laternenträger in den damals unbeleuchteten und unsicheren Straßen von Paris Sanduhren mit sich, an denen sie ablesen konnten, wieviel sie für ihre Dienste zu verlangen hatten.

Der erste, der einen Droschken-Fahrpreisanzeiger erfand, war der Berliner Musikprofessor W. F. Nedler [13]). Er nahm im Jahre 1877 auf seinen Apparat, den er „Taxamon" nannte, ein Patent,

das später an den Hamburger Uhrmacher Ferdinand Dencker überging und von ihm zu unserm modernen „Taxameter" verbessert wurde. Besonders schuf Dencker die Umschaltvorrichtungen, durch welche man den Fahrpreisanzeiger für verschiedene Taxen einstellen kann, je nachdem wenig oder mehr Personen fahren, oder je nachdem die Fahrt mit dem billigeren Tagespreis oder mit dem teueren Nachtpreis berechnet werden muß. In Deutschland wurden im Jahre 1886 zum erstenmal in Leipzig Versuche zur Einführung des Taxameters nach dem System Nedler-Dencker gemacht. Als im Jahre 1889 in Paris Taxameter geprüft wurden, lagen bereits 112 verschiedene Systeme vor, doch von allen hat sich nur der Denckersche Apparat einführen können. Wie wir heute mit großer Verwunderung hören, daß sich in früheren Jahrhunderten die Arbeiter der Einführung neuer Maschinen widersetzten, so wird man später einmal kopfschüttelnd lesen, daß noch im Jahre 1907 die römischen Droschkenkutscher in einen allgemeinen Ausstand traten, weil die Polizeibehörde die Einführung von Taxametern vorschlug.

In der zu Anfang dieses Kapitels angeführten Stelle von Vitruv war neben dem Wegmesser für Wagen auch ein Wegmesser für Schiffe angedeutet. Vitruv bemerkt dazu[14]: „Auch bei der Schifffahrt wird eine ähnliche Wegmessung nach demselben Verfahren mit geringen Abänderungen bewerkstelligt. Man steckt nämlich durch die Seitenwände des Schiffes einen Wellbaum, dessen Ende noch über das Schiff hinausragt, und zimmert um diese Enden Räder von $4^1/_6$ Fuß Durchmesser, die an ihrem Umfang ringsum Schaufeln haben, die in das Wasser eintauchen." An der Achse dieser Schaufelräder soll dann der gleiche Zählapparat angebracht werden, wie er an den Straßenabfuhrwerken verwendet wird. Die Vorrichtung war ihrer ganzen Einrichtung nach nur auf ruhigen Gewässern zu gebrauchen. Im Mittelalter schlug der vielseitige Gelehrte Nikolaus von Cus ein neues Verfahren zur Ermittlung der Fahrgeschwindigkeit eines Schiffes vor. Man soll mittels einer Sand- oder Wasseruhr diejenige Zeit genau bestimmen, in der ein Schiff an einem kleinen ins Wasser geworfenen Gegenstand, etwa einem Stück Holz, vorbeifährt. Das Verfahren ist zwar äußerst roh, birgt jedoch den Grundgedanken der Erfindung des Logs in sich. Alexander von Humboldt behauptete, Fernao Magalhaes habe das Log bereits im Jahre 1520 verwendet, und wahrscheinlich habe sogar Kolumbus dieses Instrument schon auf seinen Entdeckungsreisen benutzt. In Wirklichkeit hat sich für diese Annahme kein Anhalt gefunden. Das Instrument ist wahrscheinlich in der Schiffahrt längst angewandt worden, ehe jemand sich die Mühe nahm, es zu beschreiben. Die älteste Beschreibung, die wir kennen und die bereits die heute übliche Gestalt des schwimmenden Körpers aufweist, stammt von William Bourne aus dem Jahre 1577. Damals wie heute bestand das Log aus einem bogenförmigen Holzbrettchen, das am Rande mit Blei beschwert war[15]. Dieses Logscheit wird,

wenn die Messung der Schiffsgeschwindigkeit vorgenommen werden soll, vom Hinterteil des Schiffes aus an einer Leine ins Wasser geworfen. Man läßt das Logscheit an der Leine ein Stück weit vom Schiff abtreiben, bis es ruhiges Wasser erreicht hat und dort still steht. Je mehr sich das Schiff jetzt von dem Logscheit entfernt, um so mehr von der Leine wird durch die Hände des Seemanns gleiten. Auf dieser Leine sind in bestimmten Abständen durch farbige Lappen oder Schnüre Knoten gebildet. Man zählt zur Ermittlung der Schiffsgeschwindigkeit die Anzahl der Knoten, die dem Seemann durch die Hände glitten, währenddem eine Sanduhr binnen 14 oder 28 Sekunden ablief. Die Anzahl der gezählten Knoten entspricht dann direkt der Zahl der Seemeilen, die das Schiff bei gleichbleibender Geschwindigkeit in einer Stunde zurücklegen würde. Nach der Messung wird durch einen kräftigen Ruck eine der beiden Schnüre, die das Logscheit bisher quer zur Fahrrichtung hielten, ausgehakt, so daß sich das Brettchen ohne Widerstand samt der Leine an Bord zurückholen läßt. Da das Logbrett niemals ganz still steht, sondern dem Zug der Leine immer ein wenig folgen wird, so sind die Knotenabstände ein wenig kürzer, als sie eigentlich sein müßten. Auf diese Weise wird der Fehler ausgeglichen.

Im Jahre 1800 erfand der in Rom lebende amerikanische Kaufmann Chester Gould das sogenannte Maschinenlog[16]), das neuerdings, besonders seit seiner Verbesserung durch William Siemens im Jahre 1853, bei hohem Seegang und bei schnell fahrenden Schiffen allgemein angewandt wird. Ein solches Log besteht aus einer Messingkapsel, die von einer Stange aus an einem Strick neben dem Schiff ins Wasser gelassen wird. Die Kapsel ist mit einem Zählwerk versehen, welches durch eine Flügelschraube vom Wasser in Drehung versetzt wird, wenn man die Kapsel vom Schiff nachschleppen läßt. Das Zählwerk ist so eingerichtet, daß es nicht etwa die Umdrehungen der Schraube, sondern sogleich die vom Schiff zurückgelegte Wegstrecke anzeigt.

Kraftwagen.

Die schnelle Entwickelung unseres Kraftwagens hat es uns ganz vergessen lassen, daß automobile Wagen tatsächlich schon etwas sehr Altes sind. Wie so manches andere friedliche Gerät, entstanden sie vor vielen Jahrhunderten zu Kriegszwecken.

Es mußte früher außerordentlich wichtig erscheinen, ein Fahrzeug zu besitzen, das ohne Zugtiere gegen den Feind angehen konnte. Denn einmal war der Wagen davor sicher, durch Wegschießen der Pferde stehen zu bleiben, auf der andern Seite brachte ein so neuartiges Fahrzeug schon allein durch seine Gegenwart eine große moralische Wirkung auf die Angegriffenen zustande. Man weiß ja, wie damals bei jeder Gelegenheit der Teufel als Helfershelfer angesehen wurde, sobald nur irgend etwas den Leuten unverständlich blieb. So auch hier. Kam ein derartiger Wagen heran, so konnte er seine Wirkung auf das besonders abergläubische Kriegsvolk nicht verfehlen.

Aus diesen Erwägungen heraus haben viele alte Ingenieure in den verschiedenen Jahrhunderten an Entwürfen zu Kraftfahrzeugen gearbeitet, und mancher von ihnen brachte es gar bis zur Vollendung seines Wagens. Daß jenen Fahrzeugen der Betriebsmotor unserer heutigen Fahrzeuge fehlte, ist natürlich. Wir sehen aber, wie geschickt die verschiedenen Meister den Wind und die Menschenkraft zu benutzen suchten.

Die erste Nachricht über einen Kraftwagen findet man im 13. Jahrhundert in den Schriften des englischen Franziskaners Roger Baco[1]). Dieser Mann ist in seiner Zeit eine merkwürdige Erscheinung gewesen. Aus adliger Familie stammend, besuchte er die Universität Oxford und trat ins Kloster ein. Nur zu bald wurde sein scharfer, kritischer Geist und seine ausgesprochene Abneigung gegen das Denken und das Tun der Alltagsmenschen den Ordensbrüdern lästig. Am meisten verachtete er die in der damaligen Gelehrtenwelt üblichen Wortstreite, dafür suchte er die tieferen Grundlagen der Wissenschaft auf. Besonders zogen ihn die Naturwissenschaften an: „Wenn jeder es sich so viel kosten ließe wie ich, würde ein großer Teil der Physik vollständiger bearbeitet sein; denn ich habe während 20 Jahren mehr als 2000 Libras (1 Libra = etwa 50 Mark) für seltene Werke, verschiedene Instrumente und Experimente aufgewendet.“ Die Vorgesetzten sahen mit wachsendem

Unmut auf Bacos Arbeiten und trennten ihn unauffällig von seinen Schülern. Ja, nach kurzer Zeit behandelten sie ihn wie einen Gefangenen. In seiner Not schrieb Baco an den ihm wohlgesinnten Papst und dieser wünschte auch sich seiner anzunehmen, er verlangte nur, daß Baco ihm seine naturwissenschaftlichen Schriften zur Einsicht sende. Unter vielen Mühen und mit geliehenem Gelde für das nötige Pergament vollendete Baco die Arbeit und sandte sie nach Rom. Doch der Papst starb, noch ehe er die Werke gelesen hatte. In der Schrift „Über die geheimen Werke der Kunst und der Natur“ heißt es an einer Stelle neben Angaben über Wasserfahrzeuge, Flugmaschinen und Tauchgeräte: „Ebenso können Wagen hergestellt werden, die von keinem Tier gezogen werden und mit einer unglaublichen Gewalt daherfahren, wie wir es von den Sichelwagen der Alten hören.“ Welcher Art die offenbar zu Kriegszwecken dienenden Kraftwagen sein sollten, erfahren wir nicht. Die Bacoschen Schriften blieben in Rom nicht unbeachtet, und es entstand durch sie eine so feindliche Strömung gegen den Verfasser, daß dieser in Untersuchung gezogen, verurteilt und 14 Jahre lang eingekerkert wurde. Und von diesem Zeitpunkte erlischt überhaupt jede Kunde über diesen Mann, der zu außergewöhnlichen Leistungen so sehr befähigt war.

Eine frühe Verwendung des Kraftwagens im Kriege erfahren wir aus der in der Münchener Hof- und Staatsbibliothek aufbewahrten Bilderhandschrift des Ingenieurs der Hussitenkriege, die ein etwa vom Jahre 1430 stammendes, mit zahlreichen Abbildungen versehenes Notizbuch darstellt. An einer Stelle[2]) liest man folgende Worte: „Item den schirrem hat der arcking vor satz gehabt da genn hundert man wol darunder sicher der haspel ist inwending unn wan tzw der stat kumt so tzeucht man den schirm auff vnn schiust vnd lat in den wider tzw gien wint den haspel wider hinther sich so get der schirm wider von stat vnd dye lewt stien dar hinter an schad.“ Diese etwas unklare Stelle liest sich in neuem Deutsch ganz vernünftig also: „Item den Schirm hat Herr Archinger (von Seinsheim) vor Saaz gehabt. Da stehen wohl hundert Mann dahinter sicher. Der Haspel ist inwendig, und wenn man zu der Stadt kommt, so zieht man den Schirm auf und schießt und läßt ihn dann wieder zugehen; windet (man) den Haspel wieder hinter sich, so geht der Schirm wieder von der Stadt weg und die Leute stehen dahinter, ohne Schaden zu nehmen.“ Es handelt sich hier demnach um ein gedecktes Geschütz oder, wie wir neuerdings sagen würden, um einen Panzerstand, der durch die Soldaten mittels einer im Innern befindlichen großen Haspel beliebig vor- und rückwärts bewegt werden kann. Bei der damaligen äußerst geringen Tragweite und der sehr zweifelhaften Treffsicherheit der Geschütze mußte ein solcher unbespannter, beweglicher Geschützstand von großem Werte sein. Man hat also schon im September 1421 bei der Belagerung von Saaz ein automobiles Geschütz verwandt.

Die erste Nachricht von einem Kraftwagen in Deutschland findet sich in der im Jahre 1660 zu Ulm erschienenen Chronik der Stadt Memmingen [3]). Es heißt dort beim Jahre 1447: „Am Montag nach dem Newen Jarstag gieng ein Rechter wagen zum Kalchthor herein biß an den Marckht und wider hinaus ohn Roß Rindter vnd Leutt vnd waz wol verdeckht, doch saß der Maister so In gemacht hett darin.“ Trotz eifriger Nachforschungen war es nicht möglich, etwas Näheres über diesen alten Meister zu erfahren. Da Neujahr auf einen Sonntag fiel, so haben die Einwohner von Memmingen das merkwürdige Schauspiel am 2. Januar 1447 genossen, einen richtigen Wagen, der weder von Rossen, Rindern noch Leuten gezogen wurde, zu sehen. Auffallend ist, daß der Chronist ausdrücklich bemerkt, der Wagen sei wohl, d. h. auf das Beste, verdeckt gewesen, und der Meister habe innerhalb des zugedeckten Raumes gesessen. Der Chronist konnte also nicht sehen, was innerhalb des Wagens vorging, und wir dürfen deshalb annehmen, daß dort außer dem Meister, der wohl die Lenkung besorgte, auch noch ein oder zwei Gesellen saßen, die tüchtig kurbelten. Meist werden ja die Maschinerien solcher Fahrzeuge aus Holz gearbeitet gewesen und deshalb schwer gegangen sein, doch sei hier ausdrücklich darauf hingewiesen, daß die Verwendung von Eisen und Bronze in vergangenen Jahrhunderten nicht so selten war, wie man meist annimmt. Es ist gänzlich falsch, die Verwendung eiserner Maschinenteile erst von dem Engländer Smeaton (1754) herzuleiten, denn, abgesehen von der ausgedehnten Verwendung des Eisens im Artilleriewesen, findet man in alten Ingenieurhandschriften des 15., 16. und 17. Jahrhunderts zahlreiche Maschinenteile, besonders Wellen und Zahnräder aus Eisen und selbst aus Stahl, angegeben. Zumal in der Mühlen- und Bergindustrie konnten die alten Maschinenbauer vielfach das Eisen verwenden. Eine große eiserne Welle wurde z. B. 1674 für die kurfürstliche Schleifmühle in Berlin angefertigt.

Die älteste bekannte Zeichnung zu einem Kraftwagen befindet sich in der Königlichen Bibliothek zu Dresden in einer auf feinstem Pergament geschriebenen und mit Malereien versehenen Handschrift über allerlei Kriegsgeräte, die sich ehemals im Besitz des ungarischen Königs Matthias Corvinus befand [4]). Der Verfasser ist der im Jahre 1413 zu Rimini geborene Ingenieur Roberto Valturio. Außer der Dresdener Handschrift findet man noch solche von Valturio in München, Lausanne, Modena, Rom, Florenz, Turin und Paris. Der Verfasser betont die Notwendigkeit wissenschaftlicher Bildung für die rationelle Kriegsführung, und deshalb sucht er mit allen Mitteln der Ingenieurtechnik die Kriegskunst zu fördern. Unter den vielen Zeichnungen fällt die in unserer Abb. 188a wiedergegebene Darstellung eines Wagens auf, der die älteste bisher bekannt gewordene Form eines Kraftwagens darstellt. Bei Betrachtung des Bildes müssen wir uns an die etwas ungewöhnliche, im Mittelalter aber sehr beliebte Projektionsart, die einen Gegenstand von mehreren

Seiten zugleich zeigt, gewöhnen. Wir sehen nämlich den Wagen nicht nur von vorne, sondern auch von beiden Seiten. Das ganze Wagengestell ist sehr hoch, und wenn es auch offen dargestellt ist, so soll es doch mit Brettern verschalt werden, um als Deckung gegen die feindlichen Geschosse zu dienen. Die vier Laufräder weisen zwischen den Laufflächen Zahnkränze auf, in die große

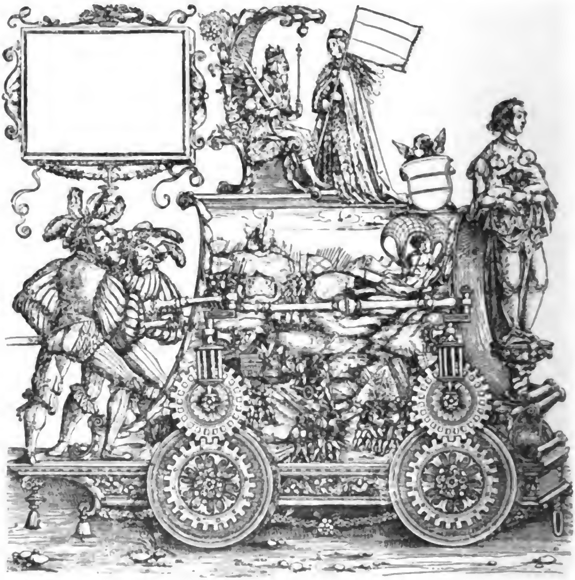


Abb. 178. Dürers Entwurf eines Kraftwagens mit Kuppelstange zwischen den Triebkurbeln, 1526.

Zahnräder eingreifen. Diese Räder werden durch kleine Zahntriebe bewegt, an denen auf beiden Seiten des Wagens Windräder sitzen. Daß diese Windräder viel zu klein gezeichnet sind, um den Wagen bewegen zu können, liegt in der Zeichnungsart jener Ingenieure, die sich nur zu gern mit Andeutungen ihrer Ideen begnügten. Das Werk des Valturio wurde im Jahre 1472 als eines der ersten weltlichen Druckwerke, als allererstes technisches Buch, zu Verona heraus-

gegeben. Auch in dieser Druckausgabe steht die Abbildung des Windautomobils.

Als im Jahre 1476 der Augsburger Drucker Hohenwang zu einer deutschen Ausgabe des vielgelesenen römischen Kriegsschriftstellers Vegetius Bildertafeln brauchte, druckte er die Bilder des Valturio nach. Weil er sich aus der Zeichnung dieses Kraftwagens keine Vorstellung machen konnte, wußte er nicht, was oben und unten

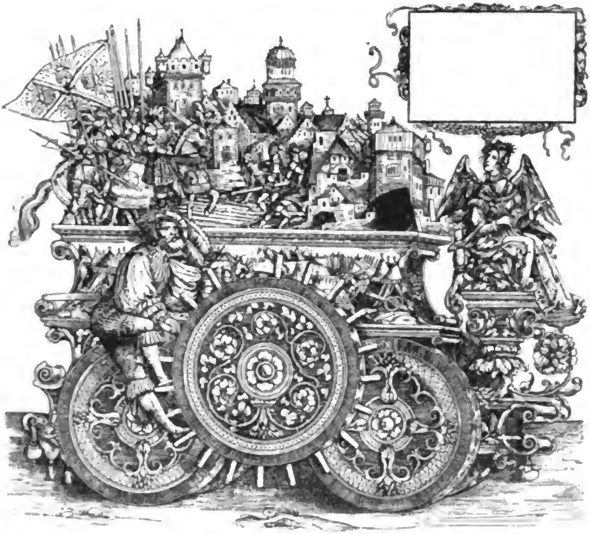


Abb. 179. Dürers Entwurf eines Kraftwagens mit Antrieb durch Tretrad, 1526.

war. Und es passierte ihm das Unglück, das Bild des Kraftwagens auf dem Kopf stehend abzudrucken.

In der handschriftlichen Chronik der Stadt Pirna, verfaßt von Petrus Albinus und heute in der Königlichen Bibliothek zu Dresden vorhanden, lesen wir, daß schon vor über 400 Jahren ein Bürger von Pirna in einem selbstgefertigten Kraftwagen eine Reise nach Dresden unternehmen wollte[5]). Doch an den jämmerlichen Wegeverhältnissen jener Zeit scheiterte das Unternehmen. Vielleicht sind die schlechten Wegeverhältnisse auch noch an manchem anderen Mißerfolg schuld, den Kraftwagenerfinder einst erlitten. Die Nach-

richt über den Wagen von Pirna lautet: „Selzamer wagen. Im (Jahre) 1504 unterstunde sich ein burger der fast viesirlich (d. h. erfindungsreich) war, einen wagen mit rädern und schraubengezeug zu machen; der solte ohne pferdt, so (indem) einer drauff seß (saß) und schraubete (drehte), fur sich faren. Als er es nun wolt probiren gegen Dresden zwei meilen zu fahren und richtet alles nothdurfftig



Abb. 180. Dürers Entwurf eines Kraftwagens mit Antrieb durch Handrad, 1526.

zu, furh er nicht weit, blieb in dem kot, der die Zeit groß war, stecken; uff der eben und im truckenen hette er es mögen enden (fertigbringen). Dobey war ein groß welt (Menge) volck, iedermann wolt solch neue ding sehen."

Im Jahre 1526 entwarf der größte deutsche Maler des 16. Jahrhunderts, Albrecht Dürer, der als Ingenieur wegen seiner Festungspläne bekannt wurde, für Kaiser Maximilian I. neun prächtige Kraftwagen, die durch verschiedene Bewegungsmechanismen von Lands-

knechten bewegt werden sollten. Die überaus kunstvollen Entwürfe dieser Wagen sind in einem herrlichen Prachtwerk „Kaiser Maximilians des Ersten diß namens hochlöblichister gedechtnus Triumph" in besonders großen Holzschnitten abgedruckt, und noch heute sind in Wien die dazu benutzten Druckstöcke vorhanden[6]) (Abb. 178 bis 180).

Ein Nürnberger Meister, namens Berthold Holzschuher, schrieb im Jahre 1558 verschiedene, ihm wertvoll erschienene Ideen in einem Manuskript mit Zeichnungen nieder, das sich heute im germanischen Nationalmuseum in Nürnberg befindet[7]). Von der Bedeutung seiner Ideen war der Mann nicht wenig überzeugt, und er bestimmte deshalb, daß nichts von dem Inhalt der Aufzeichnungen nach seinem Tode außerhalb der Familie bekannt würde. Keinem Menschen dürfe etwas daraus mitgeteilt werden, und des-

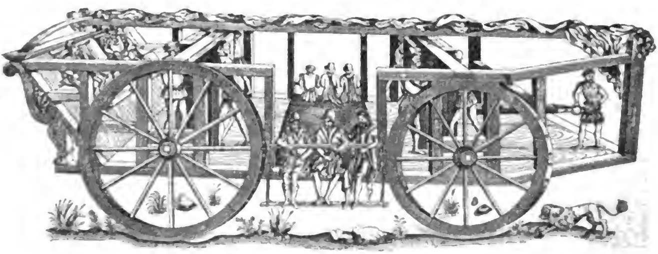


Abb. 181. Entwurf eines Kraftwagens von B. Holzschuher von 1556. Etwa $^1/_6$ der natürlichen Größe.
(Germanisches Museum, Nürnberg.)

halb soll sein ältester Sohn „diß puch bey seinem Aid niemandt eroffen, Lesen lassen noch ainiche Copy oder abschrift daruon geben". Unter den Zeichnungen sieht man einen außerordentlich großen Entwurf zu einem Kraftwagen, der durch acht Männer mittels Kurbeln fortbewegt werden muß. Ein Mann steht am Steuer und acht Fahrgäste sitzen hinten und seitwärts im Wagen. Das Balkengerüst des ganzen Fahrzeuges sollte an den Seiten durch ein Bollwerk geschlossen werden, während oben über dem Wagen ein in dem Entwurf zusammengelegtes Tuch ausgespannt werden mußte. Beachtenswert sind die außerordentlich großen Laufräder des Fahrzeugs, die uns an die Riesenräder unserer Lokomotiven erinnern. Die Konstruktion des Wagens ist im übrigen äußerst unbeholfen, und der Meister wäre nicht weit damit gekommen. Holzschuher behauptet in der Beischrift zu seinem Entwurf, ein derartiges Fahrzeug sei noch nie zuvor erdacht worden. Es scheint also, daß ihm frühere Entwürfe und Versuche, von denen wir

hörten, nicht bekannt waren. Er meint, ein solcher Wagen müsse besonders hurtig und behend sein und könne in 24 Stunden auf ebenem Land ungefähr 40 Meilen weit fahren. Kein gewaltiger Herr soll ohne einen solchen Wagen sein, damit er, falls er Verrat, Gefangenschaft oder anderes zu befürchten habe, in schneller Eile

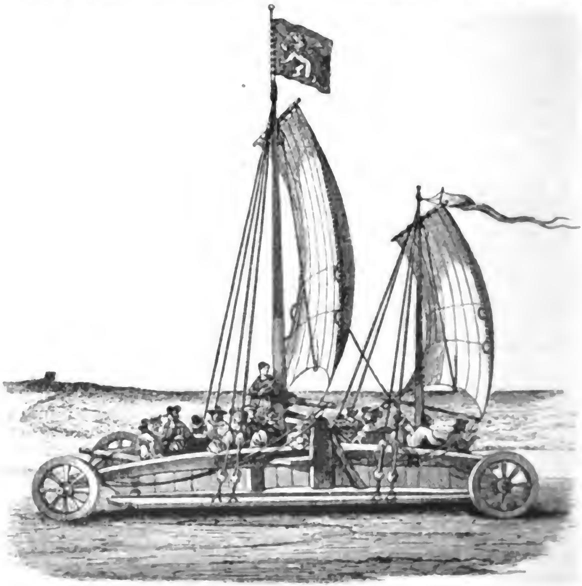


Abb. 182. Windwagen von 1599.
(Nach einem Flugblatt im Reichspostmuseum in Berlin.)

davonkommen könne. Er könne auf diesem Fahrzeug auch noch an 20 oder 30 Zentner Gut mit sich führen.

Im Jahre 1589 baute Gilles de Bom in Antwerpen, wie es in den städtischen Rechnungsbüchern heißt: „eenen wagen met vysen ende andere instrumenten voortvarende sonder behulp van peerden", d. h. einen Wagen, der durch Schrauben und andere Instrumente fortfahren konnte, ohne Hilfe von Pferden[8]). Die Stadt bezahlte das Fahrzeug, das sicherlich zu Kriegszwecken bestimmt war, mit 4 Pfund flanderischer Währung. Meist liest man, dieser Wagen

sei im Jahre 1479 von einem gewissen Dom erbaut worden, doch diese Angabe ist unbedingt ein älterer Druckfehler.

Die einzige ausführliche ältere Nachricht[9]) über die Benutzung eines Kraftwagens haben wir aus dem Jahre 1599. Damals war Moritz, Prinz von Oranien, Statthalter in den Niederlanden. Bekanntlich hat der Oranier als Ahnherr des deutschen Kaisers seit einigen Jahren ein Standbild auf der Schloßterrasse in Berlin. Vielleicht hat also der Kaiser von diesem Ahnherrn seine Liebe zum Automobilsport ererbt. Tatsache ist, daß Prinz Moritz sich durch den niederländischen Mathematiker Simon Stevin damals einen Segelwagen hatte bauen lassen und mit demselben viele Fahrten am Meeresstrande entlang unternahm. Dadurch erlangte der Wagen

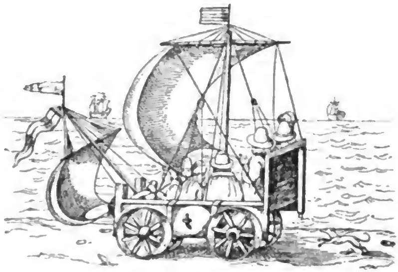


Abb. 183. Der Windwagen von 1599 nach Selzingers Tagebuch.
(Germanisches Museum, Nürnberg.)

eine große Berühmtheit, und er wurde im Jahre 1617 sogar von Grotius in einem Gedicht besungen. Mehrere Flugblätter existieren darüber, und auch auf einer im Jahre 1608 erschienenen Landkarte von Holland wird der Wagen in zwei verschiedenen Ausführungen abgebildet. Mit der einen Darstellung des Windwagens auf dieser Karte stimmt ein Flugblatt fast genau überein, das sich im Reichs-Post-Museum in Berlin befindet (Abb. 182). Die zweite Darstellung auf der Karte zeigt den Wagen ebenso, wie ihn eine Handzeichnung des Andreas Selzinger von einer Reise in den Niederlanden überliefert hat (Abb. 183). Glaubwürdigen Berichten zufolge fuhr dieser Segelwagen bei gutem Winde 34 km in der Stunde. Es ist das eine sehr beachtenswerte Geschwindigkeit, wie sie später bei den ersten Dampfwagen nicht erreicht wurde. Besonders eigenartig sieht der Wagen des Prinzen auf einem herrlichen Kupferstich aus, der von Cornelius Visscher gestochen wurde. Unter der Abbildung (184) liest man in einem ganz elenden Deutsch einen Vers, der folgendes sagen will:

Der Leser will mit Fleisch (d. h. selbst) anschauen
diesen kunstreichen Wagen, der gleicht einem Schiff
von Prinz Moritz von Nassauen,
welcher in Holland ward erbaut
und zugleich künstlich dort gesegelt hat:
in zwei Stunden mit solcher Eil'
wohl vierzehn ganze Meil,
über des Meeresstrand wohl beladen
mit achtundzwanzig Herrn ohne Schaden.

Bei näherer Betrachtung des Kupferstichs erkennen wir vorn und im hinteren Verdeck Herren und Damen. Unter dem großen Mast steht ein Mann mit einer Signaltrompete, und aus dem Innern des Fahrzeuges ragen sogar Geschützläufe hervor.

Im Jahre 1629 erschien in dem von dem italienischen Ingenieur Branca herausgegebenen Druckwerk über neue Maschinen ein Entwurf eines Windwagens, den Abb. 188b zeigt[10]. Allerdings war es notwendig, die Darstellung des Wagens so umzuzeichnen, daß man ihn ein wenig von der Seite sehen kann. Der Antrieb soll in der Weise erfolgen, daß auf dem senkrechten Wellbaum ein wagerecht umlaufendes Windrad gesetzt wird. Dieses würde durch die Zahnräder das vordere Laufräderpaar und mithin den ganzen Wagen bewegen. Auffallend ist, daß Branca den Mann, der den Wagen steuern soll, hinterherlaufen läßt. Branca scheint also einen Kraftwagen nur vom Hörensagen zu kennen.

Der englische Bischof Wilkins weist im Jahre 1648 in einem Buch über die Wunder der Mechanik auf Segelwagen hin und erwähnt dabei ausdrücklich, daß diese Fahrzeuge in China uralt seien. Auch heute sieht man in China noch viele der kleinen einräderigen Karren mit Segeln ausgestattet, so daß die Kraft des Mannes, der den Schiebkarren stößt, vom Winde unterstützt wird[11].

Der berühmteste von allen Kraftwagen der älteren Zeit ist wohl jener Wagen, den der Nürnberger Zirkelschmied Hans Hautsch im Jahre 1649 vorführte[12]) und den der Nürnberger Buchhändler Monath in seiner Chronik also beschreibt:

„Wenn das Volk bey einem starken Zulauf den Fortgang des Wagens in etwas hemmen wollte, ließ er — Hautsch — einen an dessen Ende sich befindenden Drachen durch besondere Drucke viel Wasser ausspeyen und damit Leuthe von vorn wegtreiben, da inzwischen noch zu meherer Belustigung auch durch seine weitere Direktion besagter Drach die Augen zum öftesten verdrehen und ein Paar Engel die Posaunen aufheben und darauf blasen mußten." Ein Flugblatt, das zum Austeilen oder Anschlagen bestimmt war und das jetzt im Germanischen Museum aufbewahrt wird, trägt neben der Abbildung des Wagens folgende Beischrift:

„Eygentlicher Abriß, mit aller Zier deß Triumphwagens, welcher zu Nürmberg im 1649. Jahr ist gemacht worden von einem Meister

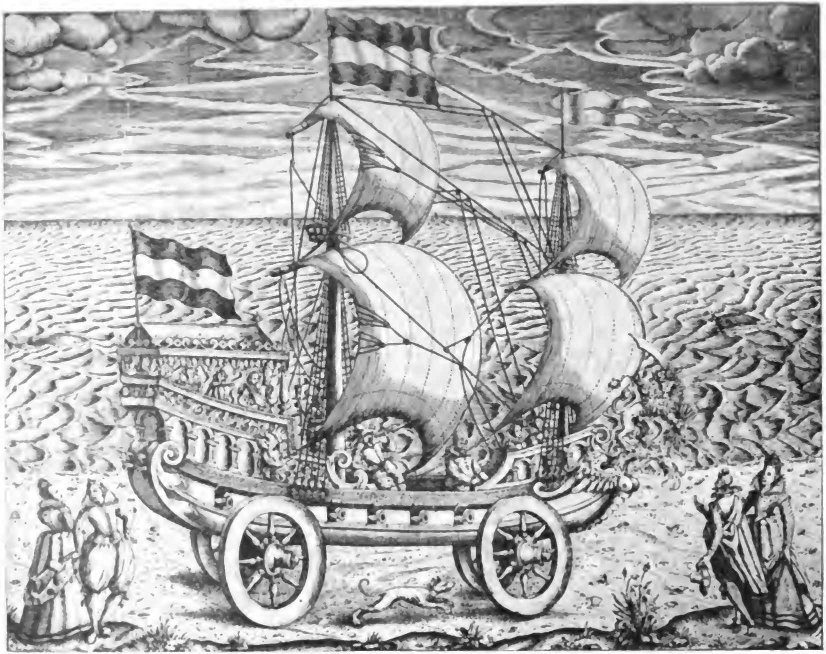


Abb. 184. Phantasievolles Flugblatt des Windwagens von 1599.
(Lipperheidesche Sammlung, Kunstgewerbemuseum Berlin.)

deß Zirckelschmids-Handwercks Namens Hans Hautsch, seines alters 54. Jahr welcher also frey gehet, wie er da vor Augen steht, vnd bedarff keiner Vorspannung wie ein ander Wagen, weder von Pferden, Ochsen oder anders, sondern wann man sich darauff setzt, vnd nimmt den Stab mit dem Wurmskopff in die Hand, so kan man den Wagen lencken wo man wil, auff die recht oder linck Seit, hindersich oder fürsich, Berg oder Thal, wie er dann vnterschiedlich mal zu Nürmberg die Vestung hinauff vnd wider herab gefahren, auch zum Thiergärtner Thor hinauß vmd die Vestung herumb, vnd zum Lauffer Thor wider herein, vnd geht solcher Wagen in einer Stund 2tausend Schritt, mann kan still halten vnd fort fahren wann man wil, vnd ist doch alles von Vhrwerck gemacht, der Wagen ist so groß als ein Landkutschen, wie Kauffleut

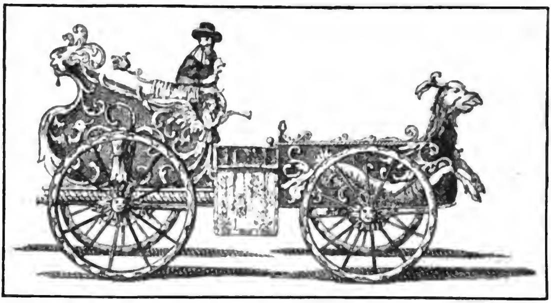


Abb. 185. Kunstwagen von Hautsch, 1649.

auff die Meß fahren, vnd kan der Meerdrach Wasser spritzen, die Augen verwenden, die Posaun auffheben, vnd blasen, der Meerdrach kan Wasser, Bier, Wein, Meht alles trincken, aber den Meht trinkt er am liebsten, vnd kan auß der Zung geben allerley wolriechende Wasser, als Rosen-Zimmet-Eneswasser was man haben wil, vnd ist solcher Wagen in der Ledergassen in deß obgenandten Meisters Hauß zu sehen."

Der damals in Nürnberg lebende Georg Philipp Harstörffer ließ sich von der Reklame des findigen Hautsch nicht irre machen, sondern erklärte, daß im Innern des Wagens Knaben verborgen seien. Er veröffentlichte seine Erklärung auch bereits 1651: „Es hat allhier ein Zirkelschmied Hans Hautsch einen Wagen mit vier Rädern gemacht, der ohne Pferde hinter sich und vor sich gehen konnte. Viele haben es als ein großes Kunstwerk bewundert, sobald ich aber solchen gesehen, habe ich dem Meister gesagt, wie

es mit zwei inwendigen Rädern gemacht sei, in welche die zwei hinteren Räder eingezahnt seien. Wenn nun dieselben von einem darin verborgenen Knaben herumgedreht werden, greift das Getriebe ineinander und die hinteren Räder treiben die vorderen."

Der Jesuit Kaspar Schott erwähnt 1658 ebenfalls den Hautschschen Wagen und fügt bei, daß Bürgermeister Schaupp in Würzburg ihm von einem ähnlichen Wagen erzählt habe, den ein Meister aus Bingen konstruiert habe und auf welchem er selbst zugleich mit vier Frankfurter Bürgern in $1^1/_2$ Stunden von Frankfurt nach Höchst und wieder zurückgefahren sei, und welchen dieser Erfinder nur mit einer Hand getrieben habe. Weniger Erfolg freilich hatte ein anderer Erfinder, ein belgischer Maler zu Rom, der einst den Pater Schott, sowie den bekannten Pater Kircher einlud, um ein ohne Pferde zu treibendes hölzernes Kastell zu zeigen, das er

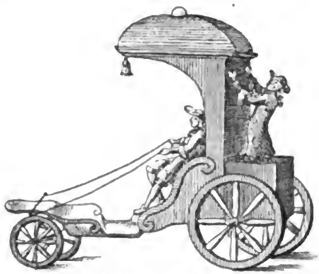


Abb. 186. Kraftwagen vom Jahre 1693.

erfunden habe, welches hundert Mann fassen und mit Artillerie besetzt werden könne. Er zeigte auch seinen Kasten, konnte ihn aber leer auf ebenstem Boden mit größter Anstrengung kaum einige Schritte bewegen, so daß ihn die beiden Paters auslachten, was ihn aber nicht abhielt, nach Malta zu reisen und seine Erfindung den Rittern gegen die Türken anzubieten[13]).

Im Jahre 1693 bewegte sich eine von einem hintenauf stehenden Diener getretene Kutsche durch die Straßen von Paris. Sie gehörte dem Arzt Elie Richard aus La Rochelle und erregte damals nicht geringes Aufsehen[14]) (Abb. 186).

Im 18. Jahrhundert mehrten sich die Vorschläge für derartige künstliche Wagen so sehr, daß es hier zu weit führen würde, sie alle aufzuzählen, zumal wir uns dem Dampfwagen des 18. Jahrhunderts eingehender widmen müssen. Aus jener Zeit wurden am bekanntesten ein vom Wagenlenker durch Kurbeln bewegter Kraftwagen, den Vaucanson im Jahre 1748 dem König von Frankreich

vorführte[15]), ein selbstlaufendes Wägelchen, das wenige Jahre später ein in der Gefangenschaft sitzender russischer Bauer, namens Schamschurenkow, erbaute, um sich dadurch die Freiheit wieder zu erobern[16]), und endlich ein Entwurf eines großen Geschützes auf einem Kraftwagen[17]). Dies letztere Fahrzeug wird auf unserer Abbildung 187 nach einem im Jahre 1760 entstandenen Schwarzkunstblatt des Augsburger Künstlers Gabriel Bodenehr wiedergegeben. Wer dieses Automobilgeschütz erdacht hat, ist bis jetzt nicht bekannt geworden. In der Aufschrift des Blattes liest man: „Warhaffter Abriß Von einem neu aufgefundenen Wagen, welchen 2 Personen also Regiren und Dirigiren können, daß man ohne oder aufs höchste nur mit einem Pferde alle Lasten Transportiren kan wo man hin will. Das Publicum wird dadurch vielle Vortheille überkommen, weil man damit in einer Stunde über 5000 Schritt hinter sich zu legen im stande ist." Aus der Erklärung geht weiter hervor, daß der Mann, der hinten auf dem Wagen sitzt und scheinbar in aller Gemütlichkeit an einer Kurbel dreht, „den Wagen fort treibet". Es ist klar, daß die Fortbewegung eines solch großen Geschützes einem einzigen Manne niemals gelingen kann. Neben dem Geschütz stehen zwei Büchsenmeister, während hinter ihnen ein Soldat sitzt, der nicht nur an zwei Seilen die vorderen Räder des Wagens lenken muß, sondern auch das Heben und Senken sowie das Abschießen des Geschützes zu besorgen hat.

Ehe wir zu den Dampfwagen übergehen, wollen wir noch einen der durch Menschenkraft bewegten Wagen beschreiben, und zwar denjenigen, den der Erfinder des Fahrrades, Freiherr Karl von Drais, im Jahre 1813 in Mannheim baute[18]). Mit ihm begann er seine so unglückliche Erfinderlaufbahn.

Drais hatte sich für sein selbstlaufendes Wägelchen beim Badischen Ministerium ein Patent ausgebeten, war jedoch mit seinem Gesuch abgewiesen worden, da zwei Techniker sich dem Ministerium gegenüber gegen die Brauchbarkeit eines solchen Fahrzeugs ausgesprochen hatten. Drais, eigensinnig genug, auch das Unvernünftige durchzusetzen, führte sein Fahrzeug dem damaligen Großherzog Karl von Baden, dem Schwiegersohn Napoleons I., vor. Am 22. Dezember 1813 liest man in einer Mannheimer Zeitung: „Der Kammerjunker und Forstmeister Freyherr v. Drais hat seinen erfundenen Wagen, der ohne Pferde durch den insitzenden Menschen getrieben, leicht und schnell hinläuft . . . . ihrer Majestät dem Kaiser von Rußland vorgeführt. Der Monarch hatte daran Wohlgefallen, verlangte am folgenden Tage die nochmalige Vorzeigung, äußerte ‚das ist sehr ingeniös' und sandte dem Erfinder einen brillantenen Ring ‚für das Vergnügen, welches Ihre Kaiserl. Majestät damit gemacht worden sey'". Der Kaiser von Rußland befand sich damals auf der Reise zum Wiener Kongreß bei seinen Verwandten in Mannheim, und es scheint, als ob die Aufmunterung des das Außergewöhnliche nur zu sehr liebenden Fürsten den gutmütigen Baron



Abb. 187. Geschütz auf Kraftwagen, um 1760.
(Germanisches Museum, Nürnberg.)

von Drais den Kopf verdreht hat. Mit einer wahren Wut verlegte er sich darauf, sein unbrauchbares Fahrzeug als brauchbar anzupreisen.

Varnhagen von Ense, der 1816 bis 1819 als preußischer Geschäftsträger am Karlsruher Hofe lebte, sagt: „Der Jagdjunker von Drais trug in anderer Weise zur Unterhaltung der Gesellschaft bei; sein Vater war ein hoher Beamter in Mannheim, der eine Geschichte der Regierung des alten Markgrafen Karl Friedrich geschrieben hatte; der Sohn aber galt für ein Genie an Wissen und Erfindungsgeist. Schon im Wiener Kongreß war er in einem Wagen gefahren, der ohne Pferde durch die Füße der Darinsitzenden in Bewegung gesetzt wurde, später hatte er die nach ihm benannte Draisine erfunden, ein Rädergestell, auf dem man zugleich saß und lief."

In seinen in Karlsruhe aufbewahrten Dienstakten fand ich in einer Eingabe des Barons einen Hinweis auf eine Zeitung vom 16. Januar 1815. Dort wird aus Wien berichtet:

„. . . . Ist es heiter und freundlich, so geht man von 12 bis 2 Uhr auf die Bastei, wo sich die elegante und vornehme Welt vereinigt. Gewöhnlich erscheinen auch mehrere Souveraine, um sich im Freien eine kleine Bewegung zu machen und frische Luft zu schöpfen; doch darf man den eignen Weg nicht über den Monarchen und schimmernden Damen vergessen, wenn man nicht in Gefahr sein will, gerädert zu werden, denn mit Blitzesschnelle kommt ein Wagen ohne Pferd und Deichsel, von zwei Bedienten mit unglaublicher Leichtigkeit gelenkt, dahergefahren, und durchschneidet die Reihe der strömenden Menge."

Durch diesen Hinweis von Drais erklärt sich auch eine vor einigen Jahren in dem Tagebuch des Kaiserlich Königlichen Rechnungsoffiziers Pereth aus Wien aufgefundene Notiz. Professor Journier, der sich mit Studien über die Geschichte des Wiener Kongresses beschäftigte, stellte sie damals der „Neuen freien Presse" zur Verfügung. Er bemerkte dazu: „Über den Namen des Erfinders, die Art des Mechanismus, der hier ins Spiel kam, kein Wort. Auch ich wage darüber keine Vermutung. Doch wie dem auch sei, interessant bleibt es jedenfalls, daß bereits vor 86 Jahren den Wienern ein Schauspiel geboten wurde, das wir erst der allerjüngsten Zeit zu verdanken glauben."

Die Notiz in dem Perethschen Tagebuch aber lautet: „Sonntag, den 30. Oktober 1814. Vor Mittags kam ich heute von einem imposanten, seltenen Spektakel. Ich befand mich auf dem Burgplatz, wo eben die Wachen ablöseten. Auf einmal lief das Volk dem Schweizerhofe zu; ich folgte, unwissend, was die Ursache sey. Plötzlich rollte ein schöner, vierrädriger, offener Wagen, ohne Bespannung, zum Thor hinaus und fuhr mit außerordentlicher Schnelle über den Burg- und Michaelerplatz. In selben saßen zwei Personen, welche den Wagen dirigierten. Ein hier anwesender Mechaniker hat denselben erfunden und hofft in Wien einen Käufer zu finden.

Nach seiner Ankündigung können denselben zwei Menschen durch Ebene und Hügel, nach Gefallen rechts, links oder umwenden. Vom Kohlenmarkte an fuhr der Wagen über den Graben, Stock im Eisen, Stephansplatz, Bischofsgasse, und Rothethurmstraße, bald sehr schnell, bald im Trabe, durch den Rothen Thurm, über die Schlagbrücke durch die ganze Jägerzeile nach dem Prater. Es gewährte auf jedem Fall einen ganz besonderen Anblick, einen Wagen, vor dem keine Pferde gespannt sind, so schnell dahin rasseln zu sehen, und währe vor 50 Jahren solch ein Wagen zu einem Dorf hinausgefahren, die Bauern würden sich bekreuzigt haben, und niemand hätte ihnen den Wahn benehmen können, daß diesen Wagen der Teufel regiere."

Es kann kein Zweifel mehr sein, daß dies auch der Draissche Wagen war, den er bekanntlich nach drei Jahren zur Draisine, zum Fahrrad verbesserte.

Gehen wir nun zu den alten Dampfwagen über.

Schon der große Engländer Newton hatte im Jahre 1663 die rückstoßende Kraft des aus einer Dampfkugel ausströmenden Dampfes zur Fortbewegung dieses Wagens vorgeschlagen[19]). Er wollte eine Dampfkugel, unter der ein Feuer brannte, auf einen kleinen vierräderigen Wagen setzen und den Dampf durch ein Rohr nach hinten hin entweichen lassen. Die rückstoßende Kraft des Dampfes sollte das kleine Fahrzeug vorwärtsbewegen. Obwohl Newton sich viele Jahre lang mit der Idee beschäftigte, konnte er sie nicht zu einer brauchbaren Ausführung bringen.

Nachdem ein auf physikalischem Gebiet tätiger Jesuit, namens Kestler, 1680 den Vorschlag gemacht hatte[20]), einen Wagen dadurch zu bewegen, daß man eine mit Quecksilber gefüllte Röhre durch eine Flamme erwärme und bald darauf wieder abkühle, und das so entstehende Wechselspiel des Quecksilbers durch einen Mechanismus auf die Räder übertrage — eine Ausführung, die obensowenig ausführbar war, als der Vorschlag von Newton —, hörte man lange nichts mehr von Versuchen, einen Wagen durch Wärme zu bewegen. Zwar schlug der englische Dampfmaschinentechniker Savery ums Jahr 1700 in ganz allgemeinen Worten die Dampfkraft zum Betriebe von Straßenfuhrwerken vor[21]), und 1720 versuchte der holländische Physiker s'Gravesande den von Newton geplanten Wagen auszuführen[22]), doch waren die Bemühungen der beiden ohne jeden praktischen Erfolg.

Erst im Jahre 1759 konstruierte der große James Watt, der Vater der Dampfmaschine, auf den Vorschlag seines Freundes John Robison ein kleines Modell eines Dampfwagens, der auf Straßen laufen sollte[23]). Dieser Versuch regte den französischen Ingenieur Nicolas José Cugnot an, einen großen Kraftwagen zu erbauen[24]). Der Marschall von Sachsen, der ein großer Liebhaber der Technik war, gab die Mittel für die kostspieligen Versuche her. Die ersten Probefahrten, denen der französische Kriegsminister

Choiseul beiwohnte, befriedigten sehr wenig. Man liest darüber unter dem 23. Oktober 1769: „Man hat in den letzten Tagen eine eigentümliche Maschine geprüft, die, mit einem Wagen verbunden, diesen in einer Stunde 2 Lieues ohne Pferde durchlaufen lassen sollte; aber das Resultat war nicht das erwartete; denn der Wagen bewegte sich in 60 Minuten nur $^1/_4$ Lieue fort. Die Prüfung geschah in Gegenwart Gribeauvals, Generalleutnants des Arsenals.“ Der größte Übelstand bei der Maschine war, daß das Wasser im Kessel nur für eine Viertelstunde reichte. Dann mußte man die Maschine abstellen und wiederum eine Viertelstunde lang Wasser in den Kessel füllen. Der Wagen, der für eine stündliche Geschwindigkeit von 12 km, also für die doppelte Leistung eines Fußgängers, berechnet war, leistete nur den achten Teil, etwa 1,5 km in der Stunde. Doch die leitenden Persönlichkeiten erkannten die Brauchbarkeit eines solchen Fahrzeuges für Kriegszwecke, namentlich für den Transport von schweren Geschützen. Es wurde sogleich beschlossen, ein größeres Fahrzeug dieser Art zu bauen. Am 20. November 1770 liest man darüber wieder: „Man spricht von Versuchen, die Gribeauval mit einer Feuermaschine angestellt hat, um Fahrzeuge, namentlich der Artillerie, zu transportieren. Sie ist inzwischen derart verbessert worden, daß sie neulich im Arsenal eine Ladung von 50 Zentnern Gewicht in einer Stunde $1^1/_4$ Lieue fortschleppte. Diese Maschine soll die steilsten Höhen ersteigen und alle Unebenheiten des Bodens überwinden können.“ Dieser Dampfwagen hat sich noch bis auf unsere Tage in Paris erhalten. Leider ist er so ungünstig aufgestellt, daß eine photographische Aufnahme von ihm nur unvollkommen gelang[25]). Wir müssen uns deshalb mit der Beschreibung des Fahrzeuges hier begnügen. Auf einem kräftigen Holzgestell, das hinten von zwei, vorne aber nur von einem Rad getragen wird, befindet sich eine einfache Bank für den Führer. Vor ihm steht die Lenkvorrichtung für das drehbare Vorderrad. Da dieses gleichzeitig Triebrad ist, so sind der schwere Dampfkessel und die Dampfmaschine beim Kurvenfahren samt dem Vorderrade zu drehen, und das erforderte natürlich eine große Körperkraft des Wagenführers. Bei der ersten Ausfahrt rannte das Fahrzeug auch richtig gegen eine Mauer und riß ein paar Steine davon ab. Dieser erste Automobilunfall hatte zwar keine weiteren schlimmen Folgen, doch verloren die maßgebenden Persönlichkeiten das Interesse an der Weiterverfolgung derartiger gefährlicher Versuche. Der Wagen wanderte in das Artilleriedepot und blieb dort jahrelang stehen, bis man ihn dem großen Pariser Gewerbemuseum überwies, wo er seitdem eine der größten Sehenswürdigkeiten ist.

Als Napoleon sich zum Kaiser der Franzosen gekrönt hatte, überwies er dem Erbauer jenes militärischen Kraftwagens, dem es in der wechselvollen Zeit der Revolution, wie so manchem tüchtigen seiner Landsleute, schlecht ergangen war, eine Rente. Doch schon zwei Jahre nach Napoleons Krönung starb Cugnot.

Da heute der Kraftwagen ein wichtiges Hilfsmittel für militärische Zwecke ist, wird es uns besonders interessieren, zu hören, daß Napoleon I. gerade über die Verwendung der Kraftwagen für militärische Zwecke eine wissenschaftliche Arbeit niederschrieb. Was aus ihr geworden, konnte ich trotz vieler Bemühungen noch nicht feststellen. Sie wurde von ihm verfaßt, als der ruhmreiche Sieger zum Mitglied der Pariser Akademie der Wissenschaften ernannt wurde. Wir können annehmen, daß Cugnot den Korsen zu jener Arbeit angeregt hat.

Seit 1772 bemühte sich der amerikanische Dampfmaschinenerbauer Oliver Evans um die Schaffung eines Dampfwagens[26]). 1786 suchte Evans bei der pensylvanischen Regierung vergebens ein Patent auf seine Erfindung nach, doch wurde er abgewiesen, da man es nicht für der Mühe wert hielt, sich mit solch phantastischen Plänen ernstlich zu beschäftigen. Erst 11 Jahre später setzte Evans die Patentierung seines Fahrzeuges durch, doch auch jetzt hielt man es für nötig, Zweifel an die Möglichkeit der Ausführung seines Planes zu äußern. Im Winter 1803—1804 fuhr der Dampfwagen von Evans zum erstenmal durch die Straßen von Philadelphia. An 20000 Zuschauer waren bei diesem Schauspiel zusammengelaufen. Allerdings war das Aussehen des Wagens merkwürdig genug. Er bestand nämlich aus einem langen Bootskörper, der auf vier Rädern lag, denn das Fahrzeug sollte von den Rädern nicht nur auf dem Lande, sondern von einem großen Schaufelrad am Hinterteil des Bootskörpers auch im Wasser bewegt werden können. Im September 1804 machte Evans einer Speditionsfirma eingehende Vorschläge und Berechnungen für den Kraftwagenbetrieb. Er wollte durch einen seiner Wagen so viel leisten, wie 10 fünfspännige Pferdefuhrwerke leisten konnten. Doch enttäuscht berichtet er damals: „Bedenkt man die Hartnäckigkeit, die von seiten der meisten Menschen jedem Fortschritt entgegengesetzt wird, sieht man, wieviel es brauchte, um von schlechten Straßen auf Chausseen, von Chausseen auf Kanäle, von Kanälen auf Eisenbahnen zu kommen, so scheint es töricht, zu erwarten, daß man in einem Wundersprung von schlechten Straßen auf Dampfwagen gelangen kann. Ein Schritt vorwärts in einer Generation ist alles, was man erreichen kann.“ Prophetisch aber klingen seine Worte: „Ich zweifle nicht, daß meine Maschinen noch die Boote auf dem Mississippi stromaufwärts treiben und auf den Straßen, dem Lande zum Nutzen, verkehren werden. Es wird eine Zeit kommen, wo man in Dampfwagen von einer Stadt zur andern fast so schnell, wie die Vögel fliegen, reisen wird. Am Morgen wird ein Wagen aus Washington abgehen, dessen Insassen an demselben Tage in Baltimore frühstücken, in Philadelphia zu Mittag und in Neuyork zu Abend speisen werden.“

Als sich James Watt am 28. April 1784 seine Dampfmaschine und deren verschiedene Verwendungsarten patentieren ließ, erinnerte

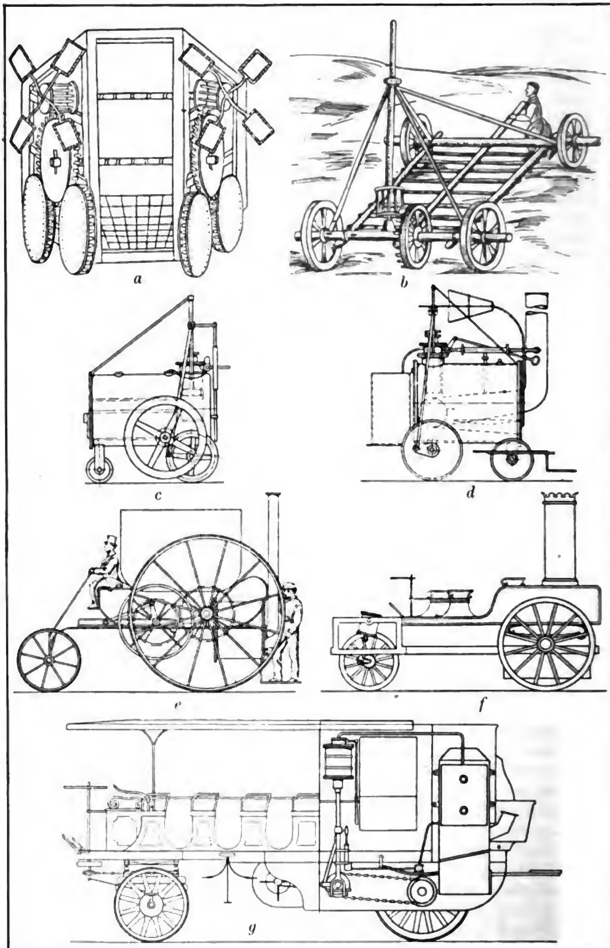


Abb. 188. Kraftwagen. a) Valturio, 1472; b) nach Branca, 1629; c) Trevithick, 1797; d) Trevithick, 1801; e) Trevithick, 1803; f) Hancock, 1830; g) Hancock, 1831.

er sich auch wieder seines früheren Versuchs mit dem Dampfwagenmodell und schloß die Verwendung der Dampfwagen als Straßenfuhrwerke in seine Patentschrift ein[27]). Die Ausgestaltung der Dampfmaschine nahm jedoch Watts Kräfte dauernd so sehr in Anspruch, daß er niemals an die Ausführung eines Dampfwagens mehr herantrat. Hingegen gelang es dem Betriebsingenieur von Watt, William Murdock, kleine Dampfwagen zur Ausführung zu bringen. In den Jahren 1781 bis 1786 wurden drei verschiedene Modelle des Wagens gebaut. Eines davon befindet sich noch im Original von Birmingham. Im September 1796 lief „die kleine Maschine, beladen mit Kohlenschaufel, Feuerzange und Schüreisen", durch das Zimmer. Die Heizung erfolgte wie bei unsern heutigen kleinen, als Spielzeug dienenden Kraftwagen durch eine Spiritusflamme.

In Amerika folgte Nathan Read in Massachusets seit 1788 mit der Konstruktion eines Dampfstraßenwagens. Zwei Jahre später erhielt der Konstrukteur allerdings ein Patent auf seine Maschine, doch gelang es ihm nicht, durch die Ausstellung des Modells seines Wagens die notwendigen Mittel zum Bau eines großen Fahrzeuges zusammenzubringen[28]).

Mehr Erfolg als alle seine Vorgänger hatte Richard Trevithick, der große englische Dampfmaschinen-Ingenieur[29]). Unsere Abbildung 188c zeigt uns das von Trevithick im Jahre 1797 erbaute Modell eines Dampfwagens, das zur Freude seines Erbauers durch das Zimmer laufen konnte. Nach eingehenden Vorversuchen wurde ein großer Dampfwagen (Abb. 188d) gebaut, der am Weihnachtsabend des Jahres 1801 mit sieben Personen durch die Straßen von Camborne fuhr. Diese Probefahrt des „puffenden Teufels" — wie das Volk das Fahrzeug nannte — verlief günstig, doch schon am nächsten Tage zerbrachen einzelne Maschinenteile. Da aber die Brauchbarkeit eines Dampfwagens als Straßenfahrzeug erwiesen war, nahm Trevithick im Jahre 1802 ein Patent auf seine Straßenlokomotive. Ein zweiter großer Dampfwagen, den Trevithick baute, wurde im Jahre 1802 zu Camborne versucht und, da er sich bewährte, mit dem Schiff nach London geschafft. Das merkwürdige Fahrzeug ist in Abbildung 188e dargestellt. Im Vergleich mit den vorhergehenden Konstruktionen muß man an ihm die leichte Bauart bewundern. Die Dampfmaschine, die liegend angeordnet ist, erhält ihren Dampf von einem Kessel, der zwischen zwei riesigen, fast $2^1/_2$ m hohen Laufrädern liegt. Der Kessel ist mit einem Kamin versehen und wird von einem besonderen Maschinisten, der hintenauf steht, bedient. Gesteuert wird der Wagen von einer Person, die vorn auf einem bockartigen Sitz Platz nimmt. Über der Dampfmaschine war ein großer Kutschkasten angebracht, in dem 8—10 Personen Platz fanden. Je nach der Beschaffenheit der Straßen — die damals selbst in England noch nicht ideal war — legte das Fahrzeug stündlich 8—16 km zurück. In London erregte

der Kraftwagen das größte Aufsehen, doch gelang dem Erfinder nicht, das Fahrzeug zu verkaufen, und er mußte schließlich, da ihm das Geld ausgegangen war, die Dampfmaschine vom Wagen trennen und sie allein als Betriebsmaschine für ein Eisenwalzwerk veräußern. Trevithick hat mit diesem Versuch die Erbauung von Dampfstraßenwagen aufgegeben. Wir werden aber noch später sehen, daß er durch die Straßenfuhrwerke zu seinen Schienenfahrzeugen angeregt worden war.

Seit Trevithicks Erfolgen und Mißerfolgen hat der Gedanke, durch Dampfkraft große Straßenfuhrwerke schnell zu bewegen, nicht mehr geruht. Griffith und Gordon 1821, Burstall und Hill 1824, Gurney und James 1825, besonders aber Hancock im Jahre 1830, Bordino 1830 und Cook 1833 (Abb. 188f und 189) sind die namhaftesten Konstrukteure der damaligen Zeit auf diesem Gebiete[30]). Die beiden erstgenannten haben auch das Verdienst, die „Fortbewegung ohne Tierkraft" im Jahre 1833 in einer zu Weimar erschienenen Schrift weiteren Kreisen in Deutschland bekannt gegeben zu haben. Hancock, der Erfinder der Gummischuhe, baute im Jahre 1830 einen Dampfstraßenwagen, den unsere Abbildung 188f darstellt. Vorher hatte dieser vielseitige Gummiwarenfabrikant an einem Kraftwagen eine recht originelle Idee zur Ausführung bringen wollen. Er umging die Zylinder samt dem Kolben bei seiner Konstruktion, indem er zwei große Gummisäcke so an seiner Maschine anordnete, daß sie, wenn sie abwechselnd mit Dampf gefüllt und wieder entleert wurden, eine Platte hin und her bewegten. Die Bewegung der Platte wurde durch eine Kurbelstange auf die Maschinenwelle übertragen. Der Gedanke einer solchen kolbenlosen Maschine war recht findig erdacht, doch erwiesen sich die Gummibeutel als zu schwach, um größeren Dampfdruck auszuhalten. Hancock ging deshalb, wie wir in den Darstellungen 188f und g sehen, zu Dampfzylindern über. 1831 setzte Hancock einen großen Dampfomnibus für 16 Personen zwischen London und Stratford in Betrieb (Abb. 188g). Es war dies das erste Automobil, das gegen Entgelt in regelmäßigen Fahrten Personen beförderte. Wir sehen also daraus, daß der Kraftomnibus schon in den ersten Jahren des neueren Omnibusbetriebs (siehe Seite 450) benutzt wurde. Auch James setzte einen Dampfomnibus in Betrieb, der seit 1828 regelmäßig zwischen London und Forest mit einer stündlichen Geschwindigkeit von $7^1/_2$ km verkehrte. Insgesamt liefen am Ende des Jahres 1830 bereits 26 Dampfwagen in London, und um die gleiche Zeit sollen in ganz England an 100 Dampfwagen vorhanden gewesen sein. Auch in Brüssel und in Paris führten sich damals Dampfwagen ein. In München plante man eine Kraftwagenlinie, die binnen 50 Stunden ihre Passagiere bis Wien führen sollte. In Italien baute der damalige Ingenieuroffizier, spätere General Bordino, zu Turin einen Dampfwagen,



Abb. 189. Englischer Dampfwagen von Cook, 1833.
(Sammlung Lipperheide, Kunstgewerbemuseum, Berlin.)

der noch gegenwärtig im Industriemuseum dieser Stadt aufbewahrt wird.

Als durch den Lokomotiv-Wettkampf von Rainhill im Jahre 1829 die Brauchbarkeit des Dampfwagens auf Schienen endgültig erwiesen war, setzten die Fabrikanten und Besitzer von Dampfstraßenwagen eine Prüfung und Begutachtung der Leistungen ihrer Fahrzeuge im englischen Unterhause durch. 1831 veröffentlichte die Kommission des Unterhauses folgendes günstige Urteil über die Dampfwagen[31]: „Sie lassen sich auf den Landstraßen mit einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 10 Meilen (16 km) stündlich betreiben. Sie können bei dieser Geschwindigkeit 14 Fahrgäste befördern. Das betriebsfertige Gewicht bleibt unter 3 Tons. Bedeutende Steigungen können in beiderlei Richtung leicht und sicher überwunden werden. Die Fahrgäste sind in keiner Weise gefährdet. Die Dampfwagen, wenn richtig erbaut, stören oder belästigen durchaus nicht das Publikum. Der Dampfbetrieb ist schneller und billiger als der Pferdebetrieb. Die Wege werden durch die hier angewandten breiteren Radkränze mehr geschont."

Man preist heute England in verkehrstechnischen Dingen noch immer gern als ein Musterland. Hört! Nach den mühsamen Versuchen seiner Landsleute, nach den günstigen Erfolgen der Dampfwagen auf den englischen Landstraßen, nach dem gewiß lobreichen Urteil der Kommission des Unterhauses erließ England — vielleicht nicht ohne Beeinflussung durch die Eisenbahn-Aktionäre — ein Gesetz, das die Höchstgeschwindigkeit eines Dampfwagens auf 4 km in der Stunde beschränkte und das anordnete, daß jedem Wagen ohne Pferde auf 100 m ein Mann mit einer roten Fahne voraufschreiten müsse! Man denke sich einen solch grotesken Zug, der mit der Geschwindigkeit eines hinkenden Boten unter Vorauftritt einer Fahne daherkommt. Doch nicht dieses Gesetz an sich ist das Lächerlichste, sondern die kaum glaubliche Tatsache, daß diese verkehrsfeindliche Bestimmung bis zum Jahre 1895 jenseits des Kanals in Kraft blieb.

In der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts sind auch bereits Anfänge von Konstruktionen zu finden, um andere Kräfte, als die des Dampfes, als Betriebsmittel für Kraftwagen zu verwenden. Schon 1835 versuchte der Technologe Stratingh in Gröningen ein kleines Wägelchen durch eine elektromagnetische Maschine zu betreiben[32], und 1841 sprach der Frankfurter Mechaniker Wagner deutlich aus, daß die elektrischen Maschinen berufen seien, einst an Stelle der Dampfkraft zur Fortbewegung von Fahrzeugen zu dienen[33]. Mit Sauerstoff- oder Wasserstoffgas wollte Brackemburg schon 1836 einen Kraftwagen betreiben. Er konstruierte dazu eine Maschine, die sich nach zeitgenössischen Berichten recht gut bewährte. Selbst mit komprimierter Luft versuchte man einen Straßenwagen zu bewegen. Die Idee ging von dem Franzosen du Motay aus. Das Fahrzeug machte am 9. Juli 1840 seine Probefahrt.

Die letzte erwähnenswerte Leistung der alten Kraftwagen ist aus dem Kriege der Engländer in der Krim zu verzeichnen[34]). Der englische Ingenieur Boydell hatte auf Grund seines Patentes vom 29. August 1846 große Straßenwagen mit Dampfkraft erbauen lassen, die für besonders unwegsames Gelände konstruiert waren. Er griff dabei auf einen alten Gedanken des Gutsbesitzers Edgeworth[35]) vom Jahre 1768 zurück. Edgeworth, der sich damals mit der Konstruktion von billigen Feldbahnen befaßte, hatte einen Schienenweg erdacht, der ebenso billig als einfach war. Statt die Schienen in der ganzen Länge der Fahrstraße aufzulegen, befestigte er kurze Schienenstücke so durch Scharniere aneinander, daß eine Kette entstand. Zwei solcher aus Schienenstücken bestehenden Ketten legte er rechts und links vom Wagen über Vorder- und Hinterrad. Wenn der Wagen sich fortbewegte, rollte sich die Schienenkette fortlaufend unter das Vorderrad, während sie beim Hinterrad wieder in die Höhe stieg. Auf diese Weise liefen die Räder stets auf einer festen Schienenunterlage, ohne daß ein Gleise nötig gewesen wäre. Boydell nahm gleichfalls wieder kurze Schienenstücke, die er aber nicht, wie Edgeworth, in Form einer Kette anordnete, sondern durch einzelne Hebel so einstellen ließ, daß sich die großen Laufräder seines Dampfwagens jedesmal auf ein Schienenstück stellten. Diese Dampfstraßenwagen konnten im Krimkrieg selbst noch solche Wege befahren, die für jedes andere Zugmittel unbrauchbar waren. Die Heeresoberleitung erkannte deshalb auch die Vorzüglichkeit der mechanischen Zugmittel im Kriege an, und jenen Erfolgen ist es sicherlich zu verdanken, daß die Engländer auch in der neueren Geschichte der Kraftwagen wiederum eine hervorragende Tätigkeit entwickelten.

In der Mariahilfer Straße in Wien arbeitete seit dem Jahre 1861 der Mechaniker Siegfried Marcus am Bau eines Kraftwagens, der durch vergastes Petroleum betrieben werden sollte[36]). Marcus stammte aus Malchin in Mecklenburg, hatte dort und in Hamburg die Lehre als Schlosser durchgemacht und war seit 1848 in der damals neugegründeten Firma Siemens & Halske tätig. Dort wurde er ein Günstling von Werner Siemens, dem großen Elektriker. Später ging Marcus nach Wien und machte sich dort im Jahre 1860 selbständig. Vielerlei Apparate gingen aus seiner Werkstätte hervor, und für seine eigenartigen Erfindungen erhielt er von verschiedenen Seiten besondere Anerkennung, darunter die Große Goldene Medaille der Wissenschaften in Wien.

Sehr eingehend beschäftigte Marcus sich mit den damals neuen Maschinen, die durch Gas oder vergastes Benzin oder Petroleum betrieben werden. Er war der erste Erfinder deutscher Nation, der mehrere für die Weiterentwickelung der Gasmaschine grundlegende

Prinzipien praktisch ausbildete, durchführte und durch Patente sich schützen ließ. Eine seiner Explosionsmaschinen setzte Marcus im Jahre 1861 auf einen Handwagen und verband die Maschine mit den Hinterrädern des Handwagens durch einen Treibriemen. Mit diesem mehr als einfachen Fahrzeug wurden sogleich Versuche unternommen. Doch der Lärm war so groß, daß die Polizei sich ins Mittel legte und die weiteren Versuche untersagte. Im stillen arbeitete Marcus jedoch an seinem Kraftwagen weiter. Nach sieben Jahren waren die Grundlagen für den heutigen Benzinkraftwagen gewonnen und Marcus begann mit dem Bau einer derartigen

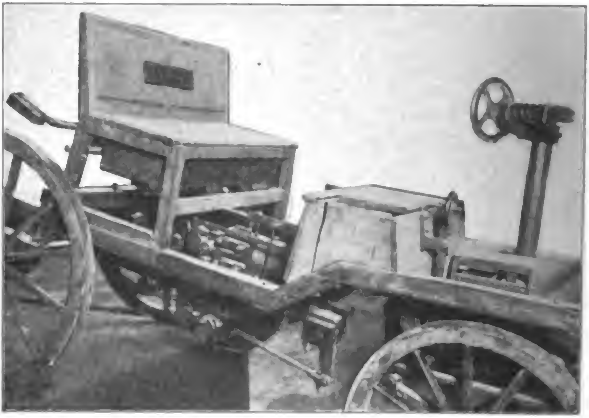


Abb. 190. Kraftwagen von Marcus, 1875.

Maschine. Sie wurde im Jahre 1875 fertig und befindet sich noch gegenwärtig (siehe Abb. 190) im Original in Wien, und zwar im Besitz des österreichischen Automobilklubs. Dieser älteste moderne Kraftwagen enthält, wie wir aus Abb. 191 erkennen, eine Benzinmaschine, die zwischen den Hinterrädern des Wagens gelagert ist, und die auch mittels einer Reibungskuppelung auf Seilscheiben wirkt, die die Hinterräder antreiben. Da der Wagen nur zu Versuchszwecken gebaut war, so ist das Gestell, wie wir aus Abb. 190 sehen, äußerst einfach gehalten. Der Führer des Wagens nahm auf einem niedrigen Bockkasten Platz, vor welchem an einer Säule das Lenkrad saß. Hinter dem Wagenführer ist eine Bank angebracht, auf der zwei Fahrgäste Platz nehmen können.

Am 23. Mai 1882 meldete Marcus das erste Patent auf eine Kraftmaschine „zum Betriebe aller Arten Fahrmittel zu Wasser und zu Lande“, und zwar in Deutschland, an. Unstreitig gebührt ihm das Verdienst, den ersten brauchbaren Kraftwagen mit Explosionsmaschine erfunden, erbaut und zum Patent angemeldet zu haben. Daß Marcus als Erfinder unseres Automobils lange vergessen wurde, hindert nicht, ihn jetzt rückhaltslos anzuerkennen. In seiner Vaterstadt wird ihm auf meine Veranlassung eine Denktafel gesetzt.

Marcus war ein unruhiger Geist, den stets das Neue reizte, aber



Abb. 191. Der Marcus'sche Kraftwagen von unten gesehen.

nur gar zu gern einen Gedanken beiseite schob, wenn er ihm das erste Interesse abgewonnen hatte. So geriet auch sein Kraftwagen bei ihm bald in Vergessenheit, und er mußte es erleben, daß andere das Fahrzeug in die Praxis einführten. Marcus starb im Jahre 1898, ohne sich weiter mit seinem Kraftwagen beschäftigt zu haben.

In der Deutzer Gasmotorenfabrik waren zwei Techniker, Gottlieb Daimler und Karl Benz, für die Erbauung von Kraftwagen mit Gasmaschinen begeistert. Doch weder bei Otto, dem Erfinder der Gasmaschine, noch bei seinem Teilhaber Langen, dem Erfinder der Schwebebahn, fanden die beiden mit ihrer Kraftwagenidee Anerkennung. Keiner der beiden Chefs wollte an die Verwirklichung der Pläne herantreten, und deshalb verließen Daimler und Benz

die Fabrik und machten sich in Cannstatt und in Mannheim selbständig.

Es ist neuerdings weit über die Grenzen Deutschlands hinaus ein unerquicklicher und höchst überflüssiger Streit über die Vorrechte von Daimler oder Benz als Erfinder des Automobils geführt worden. Auf Grund eines umfangreichen Materials, das mir die Familie Daimler zur Verfügung stellte, und auf Grund der Patentschriften kann ich nur sagen, daß Daimler nicht nur zeitlich, sondern auch sachlich vor Benz zu nennen ist[37]).



Abb. 192. Das Daimlersche Kraftfahrzeug von 1886.

Ehe wir uns die Arbeiten der beiden deutschen Konstrukteure ansehen, müssen wir uns mit dem Patent vom 8. Mai 1879 des amerikanischen Patentanwalts George B. Selden beschäftigen[38]); denn Selden wird leider noch oft als Erfinder des Benzinkraftwagens genannt. Man sieht dabei lediglich auf das Anmeldedatum, was ja allerdings vor den Patentanmeldungen von Marcus, Daimler und Benz liegt. Man vergißt aber, daß dieses Patent Seldens nicht nur eine ganz allgemeine Fassung hatte und konstruktiv gar nichts Neues bot, sondern auch, daß es erst nach langen Streitigkeiten am 5. November 1895 erteilt wurde. Das Seldensche Patent war für

die Entwickelung des Kraftwagens ohne jede Bedeutung. Es hinderte sogar die amerikanische Kraftwagenindustrie jahrelang an der Entwickelung.

Daimler erkannte richtig, daß der wichtigste Teil eines Kraftwagens eine brauchbare Kraftmaschine sei. Er konstruierte deshalb eine Maschine, die den schwierigen Anforderungen eines Wagenbetriebes gewachsen war und als besondere Eigenheiten eine schnelle Umdrehungszahl und eine hohe Kompression des Gasgemisches aufwies. Am 16. und 22. Dezember 1883 wurde ihm diese Erfindung patentiert.



Abb. 193. Kraftfahrzeug von Benz, 1886.

Nach eingehenden Versuchen seiner Betriebsmaschine ließ sich Daimler am 29. August 1885 ein Patent auf „die Anordnung eines Gas- bzw. Petroleummotors unter dem Sitz und zwischen den beiden Fahrachsen" eines kleinen, zunächst zweirädrigen Wagens patentieren. Auch sah Daimler in der Patentschrift vor, daß man auf die gleiche Art einen Schlitten durch eine Kraftmaschine betreiben könne. Am 10. November 1886 machte Daimler auf seinem ersten, nach diesem Patent erbauten Kraftzweirad eine Fahrt. Wie wir aus der Abbildung 192 erkennen, saß der Fahrende auf einem Sitz über der Betriebsmaschine, die zwischen dem Vorder- und Hinterrad senkrecht angeordnet war. Die Betriebsmaschine be-

wegte von ihrer unten gelagerten Welle aus das Hinterrad des Fahrzeuges mittels eines Treibriemens.

Inzwischen hatte Daimlers ehemaliger Arbeitsgenosse Benz gleichfalls ein Patent auf einen Kraftwagen genommen. Es datiert vom 29. Januar 1886 und bezieht sich auf Wagen oder Boote, die durch eine Benzinmaschine betrieben werden sollten. Als erstes Versuchsfahrzeug hatte Benz das in Abbildung 193 wiedergegebene Dreirad, das sich gegenwärtig im Deutschen Museum in München befindet.

Den ersten vierrädrigen Wagen mit Kraftbetrieb, wie ihn schon Marcus 1875 erbaut hatte, schuf Daimler erst 11 Jahre später. Am 4. März 1887 machte er mit ihm die Probefahrt.

Will man das Verdienst um die Ausbreitung der Kraftwagen ehrlich anerkennen, dann muß man den Lorbeer zwischen Daimler und Benz redlich teilen. Benz ist hauptsächlich die Einführung kleiner und billiger Wagen zu danken. Daimler hingegen hat die Maschinenteile der Wagen systematisch vervollkommnet. Bei dem ersten Daimlerschen Wagen stand der Motor in der Mitte zwischen den Beinen der Mitfahrenden aufrecht, was weder bequem noch schön war. Auch hatte das Fahrzeug eiserne Reifen und machte viel Lärm. 1889 führte Daimler darum ein leichtgebautes vierrädriges „Motorstahlrad“ für zwei Personen vor, das einen gefälligen und vornehmen Eindruck machte. Auch konstruierte er den maschinellen Teil der Wagen derart, daß er nahe den hinteren Triebrädern unter der Sitzbank untergebracht werden konnte. Dieser Typus erhielt sich recht lange, machte nur, weil hinten der große Maschinenkasten hing, vorn dagegen gar nichts zu sehen war, einen unbeholfenen Eindruck. Man meinte, solch eine altmodische Überlandkutsche eines Musterreisenden zu sehen, dem die Pferde samt der Deichsel davongelaufen waren. Es war darum ein glücklicher Gedanke von Daimler, die Maschine in ein besonderes Gehäuse vor dem Sitz des Führers unterzubringen. So löste sich das Automobil von den Formen des Pferdewagens und erhielt die heute noch gebräuchliche Form. Wie Pferd und Wagen zwei getrennte Dinge sind, so auch jetzt beim Kraftwagen: hier das Gestell mit dem Triebwerk, das sogenannte Chassis, dort der Wagenaufbau, die Karosserie[39]).

In der deutschen Reichshauptstadt, wo der Dampfwagen von Bollé noch wenige Jahre vorher hauptsächlich deshalb verlacht wurde, weil man einen Droschkenhalteplatz ohne Pferde für gar zu komisch hielt, kam am 9. September 1899 die Automobildroschke in dauernden Betrieb. Es war ein Daimlerscher Wagen, der lange Jahre mit seiner altmodischen Form neben neueren Kraftwagen im Berliner Straßenbild zu sehen war. Im Jahre 1905 gab es unter den etwa 8000 Droschken Berlins 170 Kraftwagen mit Spiritusbetrieb, einen — den ältesten — Kraftwagen mit Benzinbetrieb und 15 elektrische

Kraftwagen. Natürlich sind in dieser Zahl die vielen Privat-Kraftwagen nicht mitgerechnet. Insgesamt kann man die Zahl der Kraftwagen in Deutschland heute auf 23000 annehmen.

Für die fernab vom Weltverkehr liegenden Gegenden hat das Automobil eine ungeheure Bedeutung. Denn es ist das einzige Fahrzeug — von einem Verkehr mit Luftschiffen abgesehen —, das uns jene unwirtlichen Gegenden zu erschließen vermag. Und doch sind gerade solche Länderstriche äußerst fruchtbar und kulturfähig. Bereits im Jahre 1904 wurde quer durch Afrika eine 1200 km lange Automobilstraße gebaut, die den Kongo mit dem Nil verbindet. Doch ist es nicht immer möglich, für das Automobil eigene Straßen anzulegen. Besonders im Kriege wird man mit dem Kraftwagen ebenso wie mit Pferden querfeldein fahren müssen.

Die Frage der Verwendbarkeit des mechanischen Zuges im Kriege ist für die Staaten von großem Interesse. Die Rolle, die die Eisenbahnen in der Kriegführung der letzten Jahrzehnte gespielt haben, ist bekannt. Damit ist aber nach den Mitteln, wie sie die Technik dem Verkehr jetzt bietet, die Anwendung der Maschine zum Lastentransport im Kriege nicht erschöpft. Durch die zunehmende Vergrößerung der Armeen ist eine weitere Verwendung mechanischer Zugkräfte an Stelle der tierischen, als sie schon durch die Bahn gegeben ist, ein Bedürfnis geworden. Schon im Jahre 1870 waren die Mittel für den Lastentransport für die deutsche Armee unzulänglich. Der Nachteil wurde aber nicht so stark empfunden, da die Armee in einem reichen, dicht bevölkerten Lande kämpfte, und da ihre Siege es ihr erlaubten, das Gebiet, das die Nahrung aufzubringen hatte, im Vorgehen zu erweitern. Darauf, daß die durch Beitreibung aufgebrachten Mittel zur Ernährung der Massen in einem künftigen Kriege genügen werden, ist nicht zu rechnen. Diese wird sicher versagen, wenn die Operationen aus strategischen Gründen, z. B. vor Armeefestungen, einen Stillstand erfahren, oder wenn die Armeen, wie es gegen Sedan der Fall war, konzentriert eine Direktionsveränderung im Marsch vorzunehmen haben. Noch schlimmer wird die Lage einer Armee in einem Kolonialkriege. Hier ist die Schleppbahn gänzlich unentbehrlich. Die Engländer haben deshalb während des Feldzuges gegen die Buren im Jahre 1899 von schweren Kraftwagen ausgiebigen Gebrauch gemacht. Besonders verwendeten sie Dampfwagen, die, wie unsere Abbildung 194 erkennen läßt, Anhängewagen zogen. Alles mögliche Kriegsgerät wurde auf diese Weise fortgeschafft. Die unwegsamsten Gebiete, selbst Flußläufe konnten von diesen Fahrzeugen durchfahren werden. Zum Teil trugen die Dampfwagen und die Anhängewagen Panzerungen gegen feindliche Geschosse. Auch waren die Maschinen so eingerichtet, daß sie durch eine einfache Umschaltung eine Windetrommel in Bewegung setzten, um Geschütze in die Anhängewagen hinaufziehen zu können[40]).



Abb. 194. Englische Schleppzüge zur Beförderung des Proviants im Burenkrieg.

In Deutschland hat sich eine Gesellschaft gebildet, um den Kraftwagen in Südwestafrika einzuführen. Zur Verwendung gelangen die nach dem System des Oberleutnants der Schutztruppe, Edmund Troost, gebauten Automobile. Eine Konzession auf acht Jahre, bis 1915, ist der Gesellschaft seitens des Kolonialamts bereits erteilt worden. Der Plan ist zunächst der, die bestehenden Bahnlinien als Ausgangspunkt von Lastautomobillinien ins Innere von Südwestafrika anzunehmen und, wenn möglich, die einzelnen Bahnstrecken untereinander durch Autoverkehr zu verbinden. In erster Linie wird also die Einrichtung den abseits von der Bahn wohnenden Farmern zugute kommen.

Fahrräder[1]).

Ums Jahr 1685 fertigte sich der gelähmte Uhrmacher Stephan Farffler aus Altdorf in Nürnberg eine kleine dreiräderige Maschine an, um sich fortzubewegen, denn er war gelähmt. Dieses merkwürdige Dreirad, von dem unsere Abbildung 195 eine Darstellung gibt, wird noch heute auf der Stadtbibliothek in Nürnberg aufbewahrt. Durch zwei Handkurbeln bewegte Farffler ein Zahnrad, das in eine Verzahnung des Vorderrades eingriff. Im Grunde genommen war dieses Fahrzeug nichts anderes, als ein bequemer Krankenwagen, wie ihn schon ähnlich der Nürnberger Schraubenmacher Balthasar Hacker im Jahre 1588 verfertigt hatte. Man konnte sich in dem Hackerschen Krankenstuhl wie in unseren heutigen Stühlen dieser Art beliebig steil oder schräg legen und sich auch selbsttätig fortrollen. Die Akten über die Hackersche Erfindung befinden sich augenblicklich noch im Hauptstaatsarchiv zu Dresden.

Jahrhundertelang hat man das Farfflersche Dreirad als eine Sehenswürdigkeit angestaunt und beschrieben, niemand dachte daran, daß auf ähnlicher Grundlage einstens ein unentbehrliches Verkehrsmittel erfunden werden könnte.

Im vorigen Kapitel hörten wir bei Besprechung der Kraftwagen, wie der damalige badische Forstmeister Karl Friedrich Christian Ludwig Freiherr Drais von Sauerbronn im Jahre 1813 ein kleines dreiräderiges Fahrzeug erfand und mit ihm im folgenden Jahr zum Wiener Kongreß zog. Jeder ruhig denkende Mensch hätte einsehen können, daß die Grundidee des Draisschen Fahrzeugs wenig brauchbar war. Drais jedoch, ein lebhafter Phantast, wollte mit aller Gewalt etwas aus seiner Erfindung machen, und so verbesserte er, da der dreiräderige Wagen zu schwer ging, denselben zu einem zweiräderigen Wagen.

In der Karlsruher Zeitung vom 1. August 1817 lesen wir: „Der Forstmeister Freiherr Karl von Drais, welcher, nach glaubwürdigen Zeugnissen, schon Donnerstag den 12. Juli des Jahres mit der neuesten Gattung seiner von ihm erfundenen Fahrmaschine ohne Pferde von Mannheim bis an das Schwetzinger Relaishaus und wieder zurück, also gegen vier Poststunden Weges in einer kleinen Stunde Zeit gefahren ist, hat mit der nämlichen Maschine den steilen, zwei Stunden betragenden Gebirgsweg von Gernsbach nach Baden



STEPHAN FARFFLER,
Uhrmacher in Altdorff.

Auch inventor eines Wagens mit 3. Rädern, darauf er sich, weil er Lahm war, selbsten herum gefahren, welcher in der Nürnbergischen Bibliothec gezeiget wird.
Starb A. 1689. d. 24. Octobr, im 57. sten Jahr Seines Alters

Abb. 195.

in ungefähr einer Stunde zurückgelegt, und auch hier mehrere Kunstliebhaber von der Schnelligkeit dieser sehr interessanten Fahrmaschine überzeugt. Die Hauptsache der Erfindung ist von dem Schlittschuhfahren genommen und besteht in dem einfachen Gedanken, einen Sitz auf Rädern mit den Füßen auf dem Boden fortzustoßen. Die vorhandene Ausführung insbesondere besteht in einem Reitsitz auf nur zweischuhigen hintereinanderlaufenden Rädern, um auf allen Fußwegen der Landstraßen fahren zu können, da diese den ganzen Sommer hindurch fast immer gut sind. Man hat dabei zur Erhaltung des Gleichgewichts ein kleines gepolstertes Brettchen vor sich, worauf die Arme aufgelegt werden und vor welchem sich die kleine Leitstange befindet, die man in den Händen



Abb. 196. Das älteste Fahrrad von v. Drais, jetzt in Mannheim.

hält, um den Gang zu dirigieren. Diese zu Stafetten, zu andern Zwecken und selbst zu großen Reisen sehr gut zu gebrauchende Maschine wiegt keine 50 Pfund und kann für höchstens vier Karolin, mit Reisetaschen und sonstiger Zugehör, dauerhaft und schön hergestellt werden."

Die Draissche Laufmaschine, von der in der vorstehenden Mitteilung zum erstenmal öffentlich die Rede war, bestand, wie wir aus der Abbildung 196 sehen, aus einem Holzgestell, auf welchem ein Sattel befestigt war. Das Hinterrad des Fahrzeugs saß in einem feststehenden Rahmen, während das Vorderrad sich mit seinem Rahmen drehen ließ, damit man Kurven fahren konnte. Die Drehung geschah, ähnlich wie bei unserm Fahrrade, mittels einer Lenkstange, die jedoch so angebracht war, daß man sich mit den Unterarmen auf sie stützen konnte. Irgendeinen Tretmechanismus hatte das Fahrrad nicht. Man stieß sich vielmehr, nachdem man sich eiserne Schutzbügel an die Fußspitzen angeschraubt hatte, in großen Schritten

vom Boden ab und trachtete, daß man möglichst viel des Wegs mit hochgezogenen Beinen im Schwung zurücklegen konnte.

Die vorhin angeführte Nachricht der Karlsruher Zeitung ging in viele Blätter über, und man brachte der Erfindung von allen Seiten das größte Interesse entgegen. Schon am 17. August ernannte die Erlanger Sozietät den Erfinder zu ihrem Ehrenmitglied, und am 1. September wurde er Mitglied der Frankfurter Gesellschaft zur Beförderung der Künste. Inzwischen hatte Freiherr von Drais bei der badischen Regierung ein Patentgesuch für seine Maschine eingereicht und auch verschiedene Maschinen durch den Mannheimer Stellmacher Frey anfertigen lassen. Eines dieser ältesten Fahrräder fand ich vor einigen Jahren im Germanischen Nationalmuseum in Nürnberg wieder auf. Die Patenterteilung zog sich viele Monate hin, und erst am 12. Januar 1818 wurde dem Erfinder folgende Urkunde ausgefertigt:

„Wir Carl von Gottes Gnaden Großherzog von Baden, Herzog von Zähringen, Landgraf von Nollenburg, Graf von Hanau p. p. bewilligen dem Kammer-Junker Freiherrn von Drais ein Erfindungs-Patent auf 10 Jahre für die von ihm erfundene Laufmaschine, in dem Maaße, daß Niemand dieselbe in den diesseitigen Großherzoglichen Landen nachmachen oder nachmachen lassen, oder auf öffentlichen Straßen und Plätzen gebrauchen soll, ohne sich zuerst mit dem Erfinder darüber abgefunden, und ein Zeichen von ihm dafür gelöst zu haben. Wir beauftragen daher das Ministerium des Innern auf seinen über diesen Gegenstand erstatteten Vortrag vom 6. Januar d. J., dem von Drais ein solches Erfindungs-Patent in der gewöhnlichen Form und unter Bestimmung der gewöhnlichen Strafen für den Entgegenhandelnden ausfertigen zu lassen.

Gegeben Karlsruhe im Großh. Staats-Ministerium
den 12. Jan. 1818

Auf Befehl Sr. Kgl. Hoheit."

Noch im gleichen Monat wurde von Drais aus seiner Stellung im Forstdienst enthoben und mit dem Titel Professor der Mechanik pensioniert. Es ist das einer der wenigen bekannten Fälle, daß jemand wegen seiner Erfindung zum Professor ernannt wurde. Das Fahren mit der Laufmaschine scheint rasch in Mode gekommen zu sein; denn nicht lange darauf veröffentlichte das Großherzogliche Oberhofmarschallamt eine Verordnung folgenden Inhalts: „Das Laufen mit den Laufmaschinen ist nur in der Mitte der Hauptwege gestattet, auf den Fußpfaden und allen Nebenwegen verboten."

Drais entstammte einer lothringischen Familie, die in Baden ansässig war. Sein Vater war als Staatsmann in badischen Diensten berühmt geworden. Als Drais geboren wurde, hielt ihn der damalige Markgraf, spätere Großherzog Karl Friedrich von Baden über die Taufe. Auch der Erbprinz und seine Gemahlin, sowie zwei Prinzen und drei Markgrafen ließen sich als Taufzeugen eintragen. Drais wurde später gegen seinen Willen zum Forstmann bestimmt und

machte, solange sein Pate, der Großherzog, lebte, schnell Karriere. Bald mußte man jedoch einsehen, daß er zum Forstmann gänzlich ungeeignet war und war deshalb froh, als er infolge seiner Erfindung den Dienst aufgab. Der Erfinder selbst sah nicht ein, daß man ihn mit der Ernennung zum Professor der Mechanik weniger ehren, als aus seinem bisherigen Dienst loswerden wollte, und seine ohnehin stark ausgeprägte Selbstüberhebung stieg alsbald ins Ungeheure. Man kann den verantwortlichen Leuten allerdings auch nicht den Vorwurf ersparen, daß sie den Erfinder viel zu sehr mit Lob überschüttet haben. Gewiß, das von dem Baron geschaffene Zweirad war brauchbar, doch es hätte damals vom Erfinder andauernd verbessert werden müssen. Statt dessen hielt dieser mit zähem Eigensinn an der ersten primitiven Form fest und entschloß sich trotz vieler Anregungen nicht zu irgendeiner Ausgestaltung dieser Erfindung. Insbesondere weigerte er sich hartnäckig, seinem Fahrrad einen mechanischen Antrieb zu geben.

Mit einem größeren Darlehn der Regierung schickte Drais im Jahre 1818 einen Diener mit einigen Fahrrädern nach Paris, während er selbst seine Erfindung in Frankfurt am Main vorführte. Pariser Zeitungen melden vom 5. April: „Am heutigen Sonntag laufen die ersten Vélocipèdes oder Draisiennen im Jardin du Luxembourg in der großen Allee des Observatoriums. Monsieur Garcin, bei welchem das Depot der Maschinen errichtet ist, und der Diener des Baron von Drais, des Erfinders der Maschinen, durchlaufen in drei Minuten eine Entfernung von 300 Toisen, und der letzte Lauf wird mit einem Vélocipède geschehen, in welchem man eine Dame mitnimmt gleichwie auf einer Schlittenfahrt.“

Am folgenden Tage berichtet das gleiche Blatt: „Paris ist der klassische Boden der Mystifikationen. Die Stadt wird fast immer in dem betrogen, was man ihr verspricht . . . . . Heute morgen wurde die Maschine des Barons von Drais versucht. Der Gehülfe, ein Jäger vom Baron von Drais, mußte 300 Toisen (etwa 580 m) in 3 Minuten durchlaufen; indessen sind ihm selbst die Kinder ohne Mühe gefolgt. Diese Maschine wird nicht von wirklichem Nutzen sein, denn man kann sich ihrer nur in gut erhaltenen Alleen eines Parkes bedienen; der engste Graben nötigt schon zum Heruntersteigen, den Fuß auf die Erde zu setzen und die Maschine auf die Schulter zu nehmen. Das Fahrzeug ist gut, um Kindern zum Spielen im Garten zu dienen.“

Drais selbst war in diesen Tagen in Frankfurt am Main, denn im Frankfurter Intelligenz-Blatt vom 7. April 1818 wird angezeigt, daß am folgenden Tage sein Vortrag über die neue Laufmaschine stattfinden soll. Am 12. April berichten die Frankfurter Zeitungen: „Vor einigen Tagen kamen hier Herr Baron von Drais aus Mannheim und sein Diener auf Laufmaschinen an. Beide hatten den Weg von Darmstadt bis Frankfurt (sechs Stunden) ohngefähr in zwei Stunden zurückgelegt. Noch ein paar Maschinen wurden auf

einem Wagen nachgeführt. Den 8. April zeigte Freiherr von Drais seine Maschine der Frankfurtischen Gesellschaft zur Beförderung der nützlichen Künste, und machte vor dem Hörsaale der Gesellschaft auf dem Walle, unter den Augen der meisten Mitglieder und vieler Zuschauer, Lauf-Versuche mit seinen Maschinen, welche die Erwartung einiger Zuschauer übertrafen. Mit großer Gewandheit und Schnelligkeit geschah das Laufen. Hauptsächlich bewunderte man die Fertigkeit des Herrn von Drais und seines Dieners im Balancieren; man überzeugte sich, daß die Maschine auf horizontalem Boden wohl über 60 Fuß weit von selbst lief, ohne daß der Reiter einen Fuß auf die Erde zu setzen braucht." Am 23. April berichtet dieselbe Quelle: „Heute früh ist der Freiherr von Drais, der Erfinder der Draisine, wieder nach Mannheim abgereist. Er bediente sich auf seiner Rückreise seiner eigenen Erfindung, welche sich



Abb. 197. Damen auf dem Fahrrad, 1819.

hier eines allgemeinen Beifalls zu erfreuen hatte, wozu die bekannte Persönlichkeit und bescheidene Anspruchslosigkeit des Herrn Erfinders, der während seines Hierseyns in der hiesigen Gesellschaft zur Beförderung nützlicher Kenntnisse einen gelehrten und tiefsinnigen Vortrag gehalten hat, nicht wenig dazu beigetragen haben mag."

Im Herbst des Jahres 1818 erbat Drais sich einen längeren Urlaub ins Ausland, der ihm auch durch Schreiben des Geheimen Kabinetts „auf unbestimmte Zeit, um auch dort mit der von ihm erfundenen Laufmaschine sein Glück zu versuchen", bewilligt wurde.

In England hatte die Draissche Erfindung durch den Mechaniker Birch insofern eine Verbesserung gefunden, als Birch den Antrieb mittelst Hebeln durch die Hände bewirken ließ. Am 11. September 1819 fuhr ein solches, von Hand bewegtes Fahrrad, auf dem drei Personen saßen, schon von London nach Brighton. Selbst die Fahrräder für Damen kamen, wie unsere einem Modekupfer entnommene Abbildung 197 zeigt, damals schon in England in Gebrauch. Seit

dem 1. Juni 1820 wurden die Draisinen versuchsweise auf den englischen Postlinien verwendet. In Deutschland wurde die Verbesserung der Draisinen auch bald bekannt, Drais war aber zu eigensinnig, die Möglichkeit einer Verbesserung seiner Erfindung zuzugeben. Bis an sein Lebensende hielt er zäh an seiner Laufmaschine fest. Im Jahre 1835 geriet der Erfinder in Mannheim mit einem englischen Kunstreiter, der sich über das Fahrrad lustig machte, in einen Streit, der zu einer wüsten öffentlichen Prügelei ausartete. Der Vorfall mußte, da Drais nicht nur pensionierter Beamter, sondern als Kammerherr auch Mitglied der Hofgesellschaft war, nach Karlsruhe berichtet werden. Auf sein Verhalten fällt es zurück, daß in dem Bericht von „seinen mechanischen Narrheiten und albernen Erfindungen" die Rede ist, daß einige Tage später sogar sein „geistesverwirrtes und anstandswidriges Betragen" die Streichung aus der Liste der Kammerherren zur Folge hatte.

Der alte Baron von Drais lebte in seinen letzten Jahren in Karlsruhe und verkehrte damals viel bei einer Familie Weylöhner[2]), die eine Freundin der Schwester des Barons war. Die drei Schwestern des Barons lebten in Freiburg i. B. und hatten um den sonderbaren Bruder manche Sorgenstunde. Darum bemutterte die Freundin der Schwestern, Frau Weylöhner, den kindlich gutmütigen Baron ein wenig. Im Hause der Familie Weylöhner blieb beim Tode des Barons auch jene Draisine stehen, die heute das Stadtarchiv in Karlsruhe besitzt.

Aus jener Zeit teilte ein alter Major mir folgende Anekdote aus seinen Erinnerungen mit[3]): „Wenn der alte Baron in seinem grünen Frack mit goldenen Knöpfen und schwarzen Hosen auf seiner Draisine durch die Straßen (von Karlsruhe) fuhr, liefen wir bösen Buben johlend und ihn verhöhnend hinterdrein und mancher Stein wurde ihm nachgeworfen. Es war das aber nicht eine Verspottung seiner Erfindung, sondern der Persönlichkeit. Drais war damals schon sehr heruntergekommen, wie ich glaube, sehr bedürftig und trieb sich in den ordinärsten Wirtschaften mit dem gewöhnlichsten Volke herum; wurde gehänselt und gequält, man ließ ihn z. B. aus der Schnupftabaksdose mit Pfeffer gemischten Tabak schnupfen und dergleichen, und zahlte ihm schließlich ein paar Schoppen Bier. Infolgedessen radelte er dann und wann angetrunken durch die Straßen, was den Kinderspott und die Ungezogenheiten natürlich noch mehr hervorrief. Die von mir Ihnen gegenüber kürzlich erwähnten Treppenfahrten, scherzweise Salto portale genannt, waren eine Unterhaltung für die auf der Wache am Rathaus in Karlsruhe befindlichen Bürgerwehrleute in den Jahren 1848 und 49. Als nämlich die verschiedenen Aufstandsversuche in diesen beiden Jahren die Einziehung der sehr gutgesinnten Karlsruher Bürgerwehr, jener Errungenschaft von anno 48, nötig machten, teils um die Linientruppen zu verstärken, teils die Ausmarschierten zu ersetzen, bezog täglich eine starke Abteilung die Wache und das Rathaus.

Dort war ein Wachtlokal für 12—20 Mann. Kam nun Drais vorbeigefahren, lockte man ihn durch die Aussicht auf einige Glas von dem bei der Bürgerwache stets vorhandenen Bier auf die Wachtstube. Der Salto portale bestand nun darin, daß Drais vom Mittelportal des Rathauses bzw. von dem großen unteren Gang im Rathaus über die etwa 3 Fuß hohe, vor dem Rathaus gelegene, heute noch bestehende Terrasse hinwegfuhr. Er mußte dabei natürlich die auf das Niveau des Marktplatzes vor der Terrasse hinwegführenden Stufen befahren, was stets mit einem Fall endigte, unter großem Halloh der rohen Veranstalter des Schauspiels. Oft verletzte sich dabei der Arme, oder die Maschine zerbrach.“

Wenige Erfinder haben so nur die bitteren Früchte ihres eigenen Tuns verschlucken müssen, wie der Fahrraderfinder. Beim Genie dürfen wir nicht fragen, ob durch eigene Schuld. — Goethe hat recht: „Wer dem Publikum dient, ist ein armes Tier; er plagt sich ab, niemand dankt ihm dafür.“

Der erste, der eine Draisine mit Tretkurbeln versah, war angeblich Philipp Moritz Fischer, der Vater des Begründers der ersten Fabrik für stählerne Lagerkugeln, Friedrich Fischer in Schweinfurt, im Jahre 1853. Der Stuttgarter Turnlehrer Johann Friedrich Trefz verlegte den Antrieb auf das Hinterrad im Jahre 1869. Zwei Erfindungen jenseits des Kanals haben dann nicht nur das Fahrrad alltäglich gemacht, sondern auch den Bau anderer Fahrzeuge gefördert. Es waren dies die Durchbildung des Stahlrohrrahmens, vorzugsweise 1885 an den Humberrädern, und 1888 die Einführung des Luftreifens durch den Zahnarzt J. B. Dunlop in Dublin. Jetzt kamen die Blütejahre des Radfahrens. Das Hochrad und das plumpe Dreirad verschwanden und das Niederrad wurde wieder zeitgemäß.

Es ist nicht zu leugnen, daß diese Jahre für die Entwickelung aller Verkehrsmittel von großer Bedeutung wurden, denn die flinken Fahrmaschinen brachten eine gewaltige Umwertung der Zeit zustande. War man früher an die Abgangszeiten der Post, der Eisenbahnen, der Schiffe gebunden, mußte man sich ehemals auf breiten und guten Wegen halten, jetzt war es anders geworden; unbekümmert um irgendeinen „Fahrplan“, unbesorgt um die Zeit der Ankunft und Abfahrt, ungezwungen in der Wahl der Wege, konnte man auf dem neuen Fahrrade, allein oder in Gesellschaft, durch Stadt und Land reisen[4]). Das Fahrrad ersetzte bis zu einem gewissen Grade den plumpen Wagen und zeitigte den Wunsch nach einem Fuhrwerke, das, ebenso beweglich und unabhängig, größere Lasten mit größerer Geschwindigkeit und bei geringerer Anstrengung fortzubewegen imstande wäre. Die Verwirklichung dieses Wunsches ist das Kraftrad und der Kraftwagen. Daß sie vom Fahrrade abstammen, zeigen nicht nur ihre technischen Einzelheiten, wie Stahlrohrgestell, Radbauart usw., sondern auch der Stammbaum vieler heutigen Kraftwagenfabriken beweist es, denn vor zwei Jahrzehnten bauten sie noch ausschließlich Fahrräder. Übrigens dachte schon

von Drais an ein Kraftrad[5]), denn er sagt, daß er sich getraue, die Draisine „durch die Dampfmaschine noch mehr zu verbessern". Dann fährt der Erfinder prophetisch fort: „Dieses schließt aber nicht aus, daß sie dennoch für folgende Zwecke so nützlich ist, als es öffentliche Blätter behaupten.

1. Für Boten, um ihre Touren viel bequemer zu machen.

2. Für Briefposten und andere Stafetten, welche dadurch auf guten Landstraßen der Ebene noch schneller und wohlfeiler vonstatten gehen können, als es jetzt auf den Posten im Durchschnitt der Fall ist, da eine Draisine viel schneller bestiegen, als ein Pferd gefüttert und gesattelt wird, und da ein guter Reiter darauf die meisten Postpferde bei weitem übertrifft und viel weniger Zeit zum Ausruhen bedarf.

3. Für Reisende in kleiner Gesellschaft, um im Sommer wohlfeiler und schneller zu wandern als mit eigenen Pferden.

4. Für die Gesundheit und das Vergnügen, um sich mit wenig Mühe in kurzer Zeit wieder Bewegung auf angenehme Art zu machen, und auf der vollkommenen Fläche des glatten Eises auch die Schlittschuhläufer zu übertreffen."

Gerade der erste Punkt, den von Drais anführt, das Botenfahrrad, wird nie mehr aus dem Verkehrsleben verdrängt werden können. Der radfahrende Dienstmann, der radelnde Geschäftsbote sind heute unentbehrlich geworden. Auch wer sonst schnell zur Stelle sein muß, der Arzt, die Hebamme, verzichten nicht mehr auf das Fahrrad. Und wer seine Geschäfte in wenigen Stunden abwickeln muß, z. B. die Haarkünstlerin, wäre ohne das Rad in seinem Dasein bedroht. Der Telegraphenbote auf der gelben und die Ordonnanz auf der mattschwarzen Maschine sind überall bekannte Erscheinungen. Eine besondere Art hat sich im Lastenfahrrade herausgebildet, ein Zwischending zwischen Wagen und Fahrrad. Entweder wird die Last vor oder hinter dem Fahrer angeordnet. Ersteres meist für kleinere Lasten, die in einem Warenkasten untergebracht werden können. Das Warenrad des Zuckerbäckers ist hierfür bezeichnend geworden. Der Drehpunkt für die Lenkung liegt in diesem Falle unter dem Warenkasten und der daran sichtbare Griff dient als Lenkstange. Etwas schwerfälliger sind die Warenräder mit einer Pritsche hinter dem Fahrer, doch kann man alle möglichen Sachen darauf verladen, und der Dienstmann und der Hausknecht bedienen sich seiner am meisten. Die Tragkraft ist neuerdings durchschnittlich 150 kg ohne das Körpergewicht des Fahrers.

Auch der Landbriefträger auf dem Fahrrade, den von Drais im zweiten Punkte erwähnt, ist nicht mehr hinwegzudenken. Der gesundheitliche Vorteil, den der Baron im vierten Fall heranzieht, hat ja sogar zur Übertragung des Radfahrens auf einen gymnastischen Zimmerapparat Veranlassung gegeben.

Bahnen.

Man streitet sich heute darüber, ob das Altertum bereits Geleise gekannt habe, worauf Wagen gefahren seien. Man stützt sich dabei auf verschiedene Funde von alten Straßen, in denen tief eingeschnittene Geleise deutlich zu erkennen sind. In Frankreich, zwischen dem Ammer- und Staffelsee und am Odilienberg im Elsaß hat man solche Wegegeleise gefunden. Es bleibt nur die Frage, wie sie entstanden. Ich nehme an, daß sie nicht eine gewollte Einrichtung, sondern ein Fehler des Verkehrswesens waren, d. h. daß sich die Geleise allmählich durch das fortwährende Befahren der engen Straßen in steinigem Boden bildeten. Für diese Annahme spricht auch die Tatsache, daß man selbst in den Straßen Pompejis derartige Fahrgeleise fand. Wurden die Einschnitte in die Straße so tief, daß ein Wagen nicht mehr aus dem Geleise herausfahren konnte, dann mußten besondere Ausweichstellen angelegt werden, so daß zwei sich begegnende Wagen aneinander vorbeikommen konnten [1]).

Aber auch wenn wir nicht bis ins Altertum zurückgehen, sind unsere Bahnanlagen noch alt genug; denn sie entstammen dem deutschen Bergbau des 16. Jahrhunderts. In Agricolas Werk über den Bergbau, das im Jahre 1556 erschien, lesen wir [2]): „Wenn die Felsstücke oder Erdschollen mit dem Schubkarren herausgefahren werden sollen, legt man Bretter, welche unter sich verbunden werden, auf die unteren Schwellen; wenn sie aber mit ‚Hunden' herausgefahren werden sollen, legt man zwei Balken von 22 cm Dicke und Breite, welche an der Seite, mit der sie aneinander liegen, ausgehöhlt (oder ausgekehlt) zu werden pflegen, damit in dieser Höhlung (oder Nute), gleichsam wie im vorgeschriebenen Wege, die eisernen Nägel (Spurnägel, ferrei clavi) der ‚Hunde' von dem richtigen Wege, d. h. der Höhlung (oder Nute) zur Rechten oder Linken abweichen." Und an anderer Stelle [3]) heißt es: „Der offene Kastenwagen (capsa patens) faßt um die Hälfte mehr als der Schubkarren, ist ungefähr 1,20 m lang und 75 cm breit und hoch. Da seine Form viereckig ist, wird er auch mit drei viereckig gebogenen Eisenschienen gebunden und außerdem auf allen Seiten mit Eisenstäben beschlagen. Am Boden desselben sind zwei Achschen befestigt, um deren Enden sich beiderseits hölzerne, kreisrunde Scheiben

(Räder) drehen, welche, damit sie nicht von den unbeweglichen Achsen herabfallen, durch kleine eiserne Nägel verwahrt werden, sowie durch den großen (den Spurnagel) verhütet wird, daß sie von dem vorgeschriebenen Wege, d. h. von der Höhlung (oder Nute) der Balken abweichen. Diesen Kastenwagen fährt der Fuhrmann mit Mineralien beladen heraus, indem er den hinteren Teil desselben mit den Händen faßt und fortschiebt; und leer fährt er ihn wieder zurück. Weil er aber, wenn er bewegt wird, einen Ton



Abb. 198. Deutsche Holzbahn im Bergbau, 1556.

hervorbringt, der von einigen dem Bellen eines Hundes für ähnlich gehalten wird, so nennt man ihn ‚Hund'."

Durch diese fachmännische Beschreibung erklärt sich die Darstellung von hölzernen Schienen in der „Cosmographia" des Sebastian Münster vom Jahre 1544. Dort werden Bergwerke des Lebertales im Elsaß abgebildet. Es scheint also sicher, daß sowohl im Elsaß, als im sächsischen Bergbau, den Agricola hauptsächlich beschreibt, Holzschienen allgemein üblich waren.

Im Jahre 1588 bildet Ramelli eine Seilbahn ab[4]), um einen Festungsgraben auszuheben. Die Wägelchen, die den Grund heraus-

schaffen sollen, laufen dabei auf hölzernen Schienen die Böschung hinan. Im Festungsbau waren solche Schienen wohl nichts Ungewöhnliches, denn auch Lorini bedient sich ihrer im Jahre 1597, um einen Festungsgraben auszuheben. Er führt die Schienengeleise sogar als selbständige Konstruktion freischwebend über die Böschung hinweg. Die ganze Anlage von Lorini[5]) ist so gebaut, daß sie „leicht von einem Ort zum andern bewegt werden kann". Wir haben also hier bereits eine transportable Bahnanlage im Sinne unserer heutigen Feldbahnen vor uns.

In dem großartig entwickelten englischen Bergbau kamen die hölzernen Schienen angeblich im Jahre 1630[6]) auf. Gußeiserne Grubenbahn-Schienen wurden zu Whitehaven in England zuerst ums Jahr 1738 angewandt, und als 1767 die Eisenpreise sehr niedrig waren, goß Richard Reynolds, der Mitbesitzer eines Eisenwerks zu Coalbrookdale gußeiserne Platten, mit denen er eine bis dahin hölzerne Spurbahn belegte, damit sie haltbarer sei[7]).

Durch englische Bergarbeiter kam die Nachricht dieser widerstandsfähigen Eisenschienen nach Clausthal, dem Mittelpunkt des damals blühenden Harzer Bergbaues. Der Grubendirektor Friedrichs soll im Jahre 1775 bei Clausthal ein gußeisernes Geleise für den Erztransport von der Grube Dorothea nach dem Pochwerk gelegt haben[8]). Seit dieser Zeit läßt sich eine systematische Ausgestaltung der Schienenformen nachweisen, doch geht dies zu sehr ins Technische, so daß es uns hier nicht interessiert.

Unabhängig von der Entwickelung der Schienenbahnen, auf denen man auf Gruben- und Hüttenwerken die kleinen Wagen durch Arbeiter fortbewegen ließ, ging — wie wir aus dem Abschnitt über die alten Kraftwagen wissen — die Entwickelung der mechanischen Zugmittel vor sich. Als man im Jahre 1817 den Eisenschienenweg zwischen Stockton und Darlington erbaute, machte man sich um die Art der Betriebskraft noch keinerlei Sorge. In der Konzession vom 19. April 1821 ist der Betrieb einfach mit „Menschen, Pferden oder sonstwie" vorgesehen. Im folgenden Jahr begann der Bau, und wenige Monate später nahm der Ingenieur George Stephenson eine zweite Bahnlinie für die Hettonbergwerke in Angriff. Verschiedene Konstrukteure glaubten damals, durch Druckluft eine Eisenbahn am zweckmäßigsten betreiben zu können, doch die Versuche blieben ohne Erfolg und man ließ es deshalb bei dem Betrieb der Wagen durch Pferde. So wurden auch die ersten Eisenbahnen, die für den Personentransport in Betrieb kamen, im Jahre 1828 zwischen St. Etienne und Andrezieux in Frankreich und zwischen Forest und Mauthausen durch Pferde betrieben[9]).

Inzwischen hatten die Ingenieure aber die vielen Versuche kennen gelernt, die mit Dampfwagen auf gewöhnlichen Straßen angestellt worden waren (vgl. Seite 477 bis 482), und daraus für die Konstruktion eines Dampfwagens für Schienenwege Hoffnungen geschöpft. Richard Trevithick ging zuerst an einen solchen Versuch

heran, fand aber überall Widersacher. Man wollte ihm nicht glauben, daß ein Dampfwagen, der ohne Kondensation arbeiten mußte, längere Zeit eine nennenswerte Kraft ausüben könne. Um seine Gegner zu überzeugen, ließ er im Jahre 1802 seinen Dampfwagen längere Zeit auf einer Grube zum Antrieb einer Pumpe arbeiten. Ein Grubenbesitzer hatte mit Trevithick gewettet, daß sein Dampfwagen nicht imstande sein würde, einen Last von 10 Tonnen auf der 10 Meilen langen Grubenbahn zu befördern. Trevithick gewann die Wette aber glänzend[10]), denn der Dampfwagen — die erste Lokomotive in unserem Sinne — zog fünf Wagen, die insgesamt 25,4 Tonnen



Abb. 199. Deutschlands erste Lokomotive nach der Darstellung auf einer eisernen Neujahrskarte.

wogen, auf dem sehr mangelhaften Schienenweg, der scharfe Krümmungen und große Steigungen besaß, mit Geschwindigkeiten von mindestens 6,4 km in der Stunde weiter. Die Lokomotive konnte sogar, wenn sie leer lief, 25,7 km in der Stunde zurücklegen. Nach fünf Monaten mußte der Betrieb aber schon eingestellt werden, weil die gußeisernen Schienen, die für die Last der Lokomotive nicht berechnet waren, zusammenbrachen. Die Unternehmer aber scheuten die Neuanlage.

Am 25. Juni 1814 kam eine von George Stephenson gebaute Lokomotive, die nach dem Helden der Freiheitskriege „Blücher" genannt war, auf einem Eisenwerk zu Killingworth in Betrieb. Sie

konnte 8 Wagen im Gewicht von 30 Tonnen in der Stunde 6 km weit ziehen[11]).

Für die Geschichte des deutschen Eisenbahnwesens ist eine kleine eiserne Plakette, die ich zufällig in der Sammlung des Berliner Kunstgewerbemuseums fand (Abb. 199), von besonderem Interesse[12]), denn in der linken unteren Ecke sieht man die Abbildung der ersten in Deutschland erbauten Lokomotive. Man hatte nämlich damals seitens der preußischen Bergverwaltung zwei technische Beamte, Eckardt und Kriegar, nach England gesandt „zum Studium der

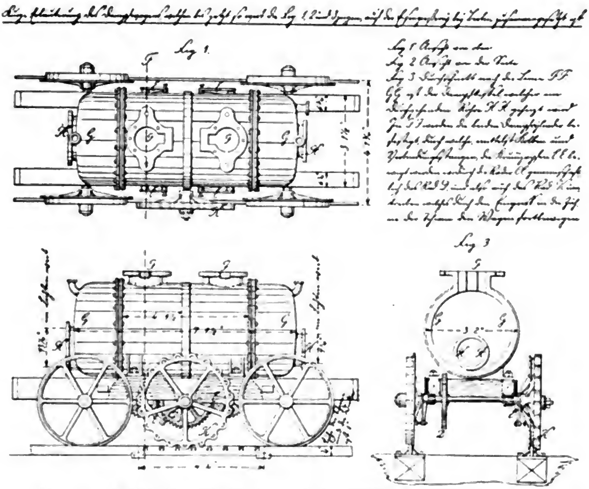


Abb. 200. Konstruktionszeichnungen der deutschen Lokomotive von 1815.

Dampfkraft in ihrer Anwendung auf den Verkehr“. Nach der Rückkehr der beiden wurde Kriegar, Inspektor der Königlichen Eisengießerei in Berlin, mit der Erbauung einer Lokomotive beauftragt, die auf der Königshütte in Oberschlesien zum Kohlentransport verwendet werden sollte. Die Berlinischen Nachrichten vom 16. Juni 1816 enthalten die Bekanntmachung, daß der Dampfwagen täglich vormittags von 9 bis 12 Uhr und nachmittags von 3 bis 8 Uhr gegen Eintrittsgeld von 4 Groschen vorgeführt wird. Am 9. Juli 1816 berichtet die Vossische Zeitung: „In der Eisengießerei ist auch seit einiger Zeit der neuerfundene Dampfwagen zu sehen, der sich im eisernen Geleise ohne Pferde und mit eigener Kraft dergestalt

fortbewegt, daß er eine angehängte Last von 50 Zentnern zu ziehen imstande ist. Am 23. Oktober kam die Lokomotive, in 13 Kisten verpackt, auf dem Wasserwege in Oberschlesien an. Als man mit der Montage begann, zeigte es sich, daß die Radspur enger war als die Schienenspur. Nun begannen Reparaturen, die sich bis ins nächste Jahr hineinzogen. Dann machte man einen Versuch, doch „fürchtet sich jeder, damit zu manöverieren; diese Furcht ist auch allerdings nicht unbegründet". Schließlich baute man die Lokomotive zu einer stehenden Pumpanlage um.

In Berlin aber ging man an den Bau einer zweiten Lokomotive, die am 22. September 1818 durch Spree, Havel, Elbe, Nordsee, Rhein und Saar bis zur Zeche Bauernwald geschafft wurde. Auch diese Maschine funktionierte nicht recht, und nach endlosen Reparaturen schob man sie beiseite. Im Jahre 1836, also nach Eröffnung der ersten deutschen Eisenbahn, verkaufte man sie als altes Eisen.

Im Jahre 1829 schrieb man für die inzwischen vollendete Eisenbahn zwischen Liverpool und Manchester einen Preis für die beste Dampflokomotive aus. Bedingung war, daß die Maschine bei einem Eigengewicht von 6 t täglich 20 t, sowie ihre Kohlen- und Wasservorräte, mit einer stündlichen Geschwindigkeit von 16 km fortschaffen könne[13]). Vier Lokomotiven fanden sich ein, und am 6. Oktober gewann unter ihnen die von Stephenson erbaute Maschine „The Rocket" den ersten Preis. Die Maschine hatte mit einem Zuggewicht von 16,3 t eine durchschnittliche Geschwindigkeit von 21,56 km erreicht. Mit einem Personenwagen, in dem 36 Mitglieder der Bahngesellschaft saßen, fuhr sie sogar mit einer Geschwindigkeit von 45 km in der Stunde.

Am 15. September des folgenden Jahres konnte die erste Dampfeisenbahn der Erde in unserem Sinne in Betrieb genommen werden. Veranlassung zu dieser Eisenbahn war die ungeheure Entwickelung der Baumwollenindustrie gewesen. Manchester war durch den Import amerikanischer Baumwolle und durch Einführung des Kraftstuhles in 40 Jahren auf die fünffache Einwohnerzahl gestiegen. Manchesters Hafenstadt ist Liverpool. Je mehr die Industrie der einen Stadt stieg, um so mehr auch der Import und Verkehr der anderen. 1748 kamen die ersten 8 Ballen amerikanischer Baumwolle in Liverpool an, 1824 — nach 40 Jahren — waren es 409670 Ballen jährlich. Um diesen Verkehr zu bewältigen, reichten die Kanäle und Landstraßen zwischen Liverpool und Manchester zu Anfang der zwanziger Jahre nicht mehr aus. Da faßte ein spekulativer Kapitalist aus Liverpool, namens Sandars, 1821 den Plan, beide Städte durch einen Schienenweg zu verbinden. Sogleich beauftragte er die beiden Ingenieure Stephenson und James mit der Vermessung. Doch das Projekt ward zu Wasser, denn die Bauern hintertrieben eine geordnete Vermessung, die Kanalkapitalisten die Konzession. Erst die inzwischen eröffnete Bahn Stockton—Darlington (1825) änderte die

Aussichten und führte, nachdem bereits 70000 Pfund Sterling verausgabt waren, im April 1826 zur Konzessionierung des Unternehmens Liverpool—Manchester. Der Bau der 31 Meilen langen Linie bot ganz ungeheure Schwierigkeiten, die Stephenson allein zu überwinden bereit war: 63 Brücken und Viadukte, ein Tunnel von 2 km und ein Bergeinschnitt von 3 km. Unüberwindlich schien allen Zeitgenossen das Vorhaben Stephensons, die Bahn auf 5 1/2 km durch das billige Gelände des naßsumpfigen Katzen-Moores zu führen. Und doch siegte auch hier das Genie; es versenkte Reisig und Sand so lange in die schlammige Tiefe, bis ein fester Damm entstand. Welch ungeheure Mengen dieser Materialien hier eingebettet werden mußten, geht daraus hervor, daß einige Stellen des Moores bis 35 Fuß tief waren.

Auch außerhalb Englands unternahm man jetzt mit den Dampfeisenbahnen Versuche. In Spanien war es 1830 ein gewisser Mercelini Calero, der dem Hof einen „Locomotor“ mit zwei Wagen im Betrieb vorführte[14]). In Österreich kam 1832 eine Dampfeisenbahn auf der bis dahin mit Pferden betriebenen Strecke zwischen Linz und Budweis in Betrieb. In Wales in England wurde im gleichen Jahr die erste Kleinbahn zwischen Duffw und Portmadoe eröffnet. Am 3. Mai 1835 wurde zwischen Brüssel und Mecheln eine Eisenbahn eröffnet, und im gleichen Jahre kam auch Deutschlands erste Eisenbahn zustande[15]).

Am 19. Februar 1834 erteilte der König von Bayern folgendes königliche Privileg für die Aktiengesellschaft zur Errichtung einer Eisenbahn von Nürnberg nach Fürth:

„Ludwig von Gottes Gnaden, König von Bayern usw.

Nachdem die zur Errichtung einer Eisenbahn zwischen Fürth und Nürnberg zusammengetretene Aktiengesellschaft um Verleihung eines ausschließenden Privilegiums hiefür, die unterthänigste Bitte gestellt hat, so wollen Wir, nach genommener Einsicht und Genehmigung der von dieser Gesellschaft entworfenen Statuten, in allergnädigster Anerkenntnis des fraglichen Unternehmens, als einer gemeinnützigen, für die Verkehrs-Erleichterung zwischen zweien der gewerbreichsten Städte Unseres Königreichs zum öffentlichen Gebrauch dienenden Anstalt, das erbetene ausschließende Privilegium zur Errichtung einer Eisenbahn zwischen Nürnberg und Fürth für die nächstfolgenden Dreißig Jahre, jedoch unter nachstehenden Bedingungen, bewilligen und hiermit verliehen haben, daß

Erstens die bezeichnete Eisenbahn binnen der nächstfolgenden fünf Jahre, vom Tage gegenwärtiger Verleihung an gerechnet, wirklich eröffnet werde;

Zweitens. Daß die Gesellschaft sich verbindlich erkläre, für den Fall des Anschlusses anderer von Uns etwa errichtet werdender, sowie von Uns genehmigter Eisenbahnen, welche in irgend einer Richtung durch einen Theil des Landes geführt werden, an diese

privilegierte Eisenbahn zwischen Nürnberg und Fürth, derselben die, durch obenbemerkte größere Verbindung etwa erforderlich werdende Erweiterung oder sonstige Einrichtung, welche der Anschluß erfordert, zu geben;

Drittens endlich, daß das erteilte Privilegium durch fünfjährigen Gebrauch erlösche.

So gegeben in Unserer Haupt- und Residenzstadt München, den neunzehnten Februar, Eintausend, achthundert vier und dreißig.

Ludwig.

(L. S.) Fürst von Oettingen Wallerstein

Auf Königlichen allerhöchsten Befehl:
Der Generalsekretär F. v. Kobell.

Privilegium für die Aktiengesellschaft zur Errichtung einer Eisenbahn zwischen Nürnberg und Fürth."

Am 14. Mai 1833 hatten 6 Bürger der Städte Nürnberg und Fürth die Anregung zum Bau dieser ersten deutschen Eisenbahn gegeben. Am 7. Dezember 1835 wurde die Linie feierlich eröffnet. Der bauführende Ingenieur war Denis gewesen, die Lokomotive „Adler" hatte man von Stephenson bezogen. Sie wog 6 t und arbeitete mit 4,2 Atmosphären Dampfdruck. 1857 wurde sie leider ins Ausland verkauft. Die Begeisterung in Nürnberg bei der Feier war sehr groß. Ein Festgedicht des Nürnberger Magistratsrats J. Schnerr begann mit den Worten:

Glück auf, mit Gott! Der Anfang ist geschehen,
Es liegt die Strecke Bahn!
Und soll's nach Ost und Westen weiter gehen,
So knüpft man eben an!

und endigte mit folgendem Appell an die Eisenbahntechniker:

Mit Schienen, Freunde, webet ohne Bangen
Ein Netz von Pol zu Pol!
Sieht sich Europa einst darin gefangen,
Dann wird es ihr erst wohl.

Am 11. Juli 1836 wurde das erste Frachtstück in Deutschland auf der Eisenbahn versandt. Es war dem Bierbrauer Lederer zum erstenmal gestattet, mit dem von Fürth gehenden Zug 2 Fäßchen Bier an den Wirt zur Eisenbahn gegen Vergütung von 6 Kreuzern zu senden, wenn der Wirt sich verpflichtete, die Fäßchen sofort selbst abzuholen.

Nachdem am 26. August 1837 zwischen Paris und St. Germain die erste Eisenbahn Frankreichs eröffnet worden war, kam im folgenden Jahr das neue Verkehrsmittel auch nach Preußen[16]). Während des Baues der Nürnberger Eisenbahn brachten der Justizkommissar Robert, der Geheime Oberbaurat Crelle und der Rechnungsrat Doussin in Berlin eine Aktiengesellschaft zur Anlegung einer Eisenbahn zwischen Berlin und Potsdam in Vorschlag. Die

technischen Pläne rührten von Crelle her. Im Januar 1836 erteilte der König die vorläufige Genehmigung der Anlage, und im Herbst des nächsten Jahres nahm die Aktiengesellschaft ihre Arbeiten auf. Es fehlte allerdings nicht an müßigen Geistern, die in Wort und Schrift alles nur Erdenkliche gegen das Unternehmen vorbrachten. Dennoch kam am 22. September 1838 die Strecke Zehlendorf—Potsdam glücklich in Betrieb. Am 29. Oktober lief der erste Zug in Berlin ein. Eine Berliner Korrespondenz schildert den Eindruck also:

„Unzweifelhaft ist die Bahn nach Potsdam in diesem Augenblick das Wichtigste, woran man denkt, und der Gegenstand aller Gespräche. Es ist ein merkwürdiges Zeichen, mit welchem richtigen Instinkt die Menge dies Wunder der Industrie verfolgt, von dem selbst der beschränkte Verstand (!) die unermeßlichen Folgen ahnt. Man begreift, welchen wichtigen Stützpunkt die Ideen der Zeit in dieser realen Manifestation des Geistes finden, wie gewaltig die Veränderungen sein müssen, und wie wichtig für die unteren Gesellschaftsklassen die Grundlage einer Erfindung ist, die unterschiedslos jedem mit derselben Kraft dient, alle gleich schnell befördert und in ihrer Vollendung die Interessen Europas geistig wie materiell unauflöslich vereinen und ausgleichen wird. Bis dies geschieht, begnügen wir uns mit den Anfängen und betrachten es fürs erste vom Standpunkt des Vergnügens, das es gewährt, in vierzig Minuten aus unserer Sandsteppe in die Umgebung von Potsdam versetzt zu werden. Es leben noch viele, die es erzählen können, wie man sich einst zu einer Fahrt nach Potsdam stärker rüstete, als jetzt zu einer Reise nach Paris. Abwechselnd durch Sand, Moor und Wasser brauchte man zehn bis zwölf Stunden, und betrachtete es als ein Wunder fast, als die Kunststraße erbaut war, auf der man kaum vier brauchte, bis endlich bei der Umgestaltung des Postwesens durch Herrn von Nagler diese Zeit abermals bis auf die Hälfte fast sich abkürzen ließ."

Dieser Herr von Nagler, der für seine Einnahmen der Postwagen fürchtete, war übrigens einer der heftigsten Gegner des Unternehmens und sagte ihm rundweg den Tod voraus. Die Lokomotiven hatte man aus England bezogen, sie führten die Namen „Pegasus" und „Iris". Anfänglich schimpfte man über die große Fahrgeschwindigkeit der Bahn, bald verhöhnte man jedoch die Langsamkeit der Fortbewegung: die Behörde möge doch dafür sorgen, daß die Passagiere nicht zu sehr durch Bettler belästigt würden, und daß nicht Invaliden mit Stelzfüßen neben den Zügen herliefen, um eine milde Gabe zu erlangen. Nationalökonomisch war die Eröffnung dieser Bahn von großer Bedeutung, denn schon ehe das Jahr 1838 zu Ende ging, waren die Berliner Linien nach Stettin, Breslau und Cöthen projektiert und die Gesamtzahl der preußischen Eisenbahnprojekte betrug bereits 25.

Am 4. April 1838 wurde bei Petersburg die erste russische Eisenbahn eröffnet und im gleichen Jahre eine Bahn über die Alpen

zwischen Italien und der Schweiz projektiert. Im folgenden Jahr hielt die Eisenbahn in Holland und Italien ihren Einzug. 1844 berührte die deutsche Eisenbahn zuerst das schweizerische Gebiet, während die Schweiz selbst erst 3 Jahre später ihre erste Linie von Zürich nach Basel führte. Die weitere Ausbreitung der Eisenbahn ergibt sich aus folgenden Daten: Spanien 1848, Kanada und Mexiko 1850, Schweden und Peru 1851, Norwegen und Asien (Ostindien) 1853, Portugal, Brasilien und Australien 1854, Türkei 1860, Griechenland und Rumänien 1869, Japan 1872 und China 1876. Die Chinesen zerstörten in ihrem Haß gegen alles Neue diese Linie aber wieder, und erst im Jahre 1888 konnte die Eisenbahn dauernd ihren Betrieb in China aufnehmen.

An den Geleisanlagen, den Lokomotiven und den Eisenbahnwagen wurden im Laufe des 19. Jahrhunderts eine Unmenge Verbesserungen von weittragender Bedeutung angebracht. Eine besonders sorgfältige Ausbildung erhielt seit 1842 das Signalwesen und seit 1844 die zentrale Weichenstellung. Die Produktion der Lokomotivfabriken nahm in gewaltiger Weise zu.

Am Sonntag, den 22. August 1858 bewegte sich ein Festzug durch Berlin, wie man ihn wohl selten gesehen hat[17]). Vorauf zwei Herolde zu Pferd mit Bannern, dann ein Musikkorps zu Pferde in der Tracht der Bergleute. Darauf folgte ein Wagen des Neptun, dann ein Wagen des Vulkan und als dritter eine zeitgenössische Schmiedewerkstätte. Jetzt kamen wandernde Schlossergesellen, darauf Zwerge und dann, als Verkörperung der vergangenen Zeit, ein alter Postwagen. Der nächste Wagen galt der Erfindung der Dampfmaschine, und der nächste dem Dampfschiff. Hoch- und Niederdruck wurden in humoristischer Weise am folgenden Wagen gezeigt, der eine Börse darstellte. Hinter ihm kam ein Wagen der Musik der Zukunft, die durch Dampf getrieben wurde. Dieser Wagen und die folgenden, eine Dampfbrotfabrik und eine Dampfwaschanstalt, erscheinen uns heute als wirkliche Prophezeiungen. Den Schluß des Zuges bildete eine prächtig gebaute Lokomotive, die auf beiden Seiten die vergoldete Zahl „1000“ trug. Von dem Borsigschen Eisenwerk ging der Zug die damalige Chaussee, die heutige Chausseestraße, entlang. Auf beiden Seiten waren Fahnen errichtet und Buden aller Art, teils mit Erfrischungen, teils für Akrobaten, Theater und Seiltänzer bestimmt. Zur Fertigstellung seiner 1000. Lokomotive hielt Kommerzienrat Borsig den Festteilnehmern und den eingeladenen Ehrengästen eine Rede, in der er einen Rückblick auf die Entwickelung der preußischen Industrie gab. 1841 war die 1., 1846 die 100. und 1854 die 500. Lokomotive bei Borsig erbaut worden. Er konnte schon damals das stolze Wort aussprechen: „Keine Fabrik, weder in England, Frankreich noch Belgien kann von sich sagen, in kurzer Zeit so vieles geschaffen zu haben, wir haben unsere Lehrmeister überflügelt.“ Der Andrang zu diesem Fest hatte selbst für Berlin ungewöhnliche Dimensionen

angenommen; man schätzte die Zahl derer, die in Moabit anwesend waren, auf mindestens 50000 Menschen.

Durch die großen Schwierigkeiten bei der Linienführung der im Jahre 1848 begonnenen ersten Bergeisenbahn der Erde, der Semmeringbahn, ergab sich die Notwendigkeit, wieder auf die Zahnschienen der alten Lokomotiven (siehe Abb. 200) zurückzugreifen. Andere Vorrichtungen, z. B. Klemmräder, die während des Befahrens der Steigungen an die Schienen angelegt wurden, hatten sich nicht als praktisch erwiesen. Der Amerikaner Marsh baute in den Jahren 1866 bis 1869 die erste Zahnradbahn auf den 1994 m hohen Mount Washington. Bei der Anlage lag die schmiedeeiserne Zahnstange bereits in der Mitte zwischen den Laufschienen. Inzwischen hatte aber der deutsche Ingenieur Riggenbach schon 1863 ein Patent für den Zahnradbetrieb bei Bergbahnen genommen, doch in Europa waren die Mittel für eine kühne, neue Idee nicht so leicht zu haben. Riggenbach baute sich auch schon ein kleines Modell einer solchen Bahn und zeigte es allen Technikern, die ihn besuchten[18]). Professor Culmann vom Polytechnikum in Zürich bestärkte ihn in seiner Ansicht, aber sonst wollte niemand in der Schweiz etwas davon wissen. Er reiste mit seinem Modell zu einer Ingenieur- und Architektenversammlung in Stuttgart. Auch da wurde er mit Achselzucken angesehen, und seine deutschen Freunde sprachen es untereinander mit Bedauern aus, der alte Riggenbach sei ein Narr geworden. Wie ein Sonnenstrahl erhellte dieses Dunkel ein prophetisches Wort des schweizerischen Generalkonsuls John Hitz. Als dieser das Bergbahn-Modell in Olten sah, rief er aus: „Well, Mr. Riggenbach, Sie bauen eine Eisenbahn auf die Rigi!“ Damit war Riggenbachs bisher mehr theoretischen Studien ein praktisches Ziel gegeben, und diese Worte machten ihm Mut, die Sache weiter zu verfolgen. Es gelang ihm, das nötige Kapital zusammenzubringen, und es bildete sich eine Gesellschaft zum Bau einer Bahn von Vitznau nach Rigikulm. Befreundete Bankiers entschlossen sich, die nötige Summe von 1250000 Franken vorzuschießen. Die Herren Oberst Näff und Olivier Zschocke von Aarau verbanden sich mit Riggenbach zur Ausführung. Ersterer ging an die Aufnahme der Pläne und arbeitete während der Sommerszeit von 5 Uhr früh bis spät abends, um die Ausführung zu beschleunigen.

Am 21. Mai 1870 war schon eine Strecke der Rigibahn fertig, so daß die erste Probefahrt vorgenommen werden konnte, doch dauerte es noch ein volles Jahr, bis die ganze Bahn dem Betrieb übergeben werden konnte, weil die Lieferung der Schienen, welche in Ars bei Metz bestellt worden waren, durch den Deutsch-Französischen Krieg verzögert wurde, und so fand am 21. Mai 1871, wiederum dem Geburtstage Riggenbachs, sein Friedenswerk, und für ihn der Gegenstand langjähriger Sorgen und Kämpfe, seinen Abschluß.

Nach dem glücklichen Erfolge der Rigibahn wurde sein Berg-

bahnsystem immer mehr gewürdigt. Im Jahre 1873 bildete sich die „Internationale Gesellschaft für Bergbahnen“ mit dem Sitze in Aarau, zu deren Direktoren Oberst Zschocke und Riggenbach ernannt wurden.

Die Zukunft im Eisenbahnwesen gehört aber nicht mehr dem Dampf, sondern der Elektrizität. Durch seine Erfindung der Dynamomaschine war Werner Siemens in den Stand gesetzt, eine elektrische Versuchsbahn zu bauen, die 1879 auf der Berliner Gewerbeausstellung öffentlich vorgeführt wurde[19]). Die Anlage bestand aus einem 300 m langen Geleise, zwischen dessen Laufschienen eine dritte, isoliert liegende Schiene lag. Die isolierte Schiene führte den Strom zu



Abb. 201. Elektrische Lokomotive der ungarischen Staatseisenbahnen.

der kleinen elektrischen Lokomotive, die den Wagen zog. Die beiden Laufschienen leiteten den Strom wieder zurück. Die elektrische Spannung betrug 150 Volt. Dabei leistete die Lokomotive 4—5 P.S. und bewegte den Wagen, wenn er mit 20 Personen voll besetzt war, mit 7 km Geschwindigkeit in der Stunde vorwärts. Die erste dem öffentlichen Verkehr dienende elektrische Bahn wurde von der Firma Siemens & Halske 1881 vom Bahnhof der Berlin-Anhaltischen Eisenbahn nach der Haupt-Kadettenanstalt in Lichterfelde geführt und am 16. Mai dem Betrieb übergeben. Die Stromzuleitung erfolgte hier durch die beiden Fahrschienen. Die Spannung betrug 180 Volt und die Höchstgeschwindigkeit der mit 20 Sitzplätzen versehenen Motorwagen etwa 40 km in der Stunde. Die Stromzuführung durch die Schienen erwies sich aber besonders bei nassem Wetter als

unzuverlässig, und deshalb bauten Siemens & Halske noch im gleichen Jahr auf der Pariser Weltausstellung die erste elektrische Bahn mit oberirdischer Stromzuführung. Es wurde über den Wagen hinweg eine Doppelleitung aus zwei geschlitzten Rohren geführt, in denen Kontaktstifte schleiften, die durch Kabel von den Wagen nachgezogen wurden. Diese Konstruktion gab aber zu vielen Bestriebsstörungen Veranlassung, und deshalb führten Siemens & Halske 1885 die Straßenbahnlinie von Charlottenburg auf Spandau zu mit einer Oberleitung aus Drähten aus. Auf den beiden, nahe nebeneinanderliegenden Stromdrähten lief ein kleiner Wagen, der durch ein Kabel mit dem Straßenbahnwagen in Verbindung stand. Die heute meist gebräuchliche Anordnung des Rollenkontaktes wurde 1885 in Amerika von der Thomson Houston International Electric Co. eingeführt. Während der Bügelkontakt im Jahre 1887 auf der ersten elektrischen Bahnstrecke in Lichterfelde angewandt wurde.

Durch einen elf Monate währenden Versuchsbetrieb auf der Wannseebahn bei Berlin erbrachten Siemens & Halske in den Jahren 1900 und 1901 den Beweis, daß auch schwere Züge der Staatseisenbahnen durch elektrische Kraft betrieben werden können. Besonders der elektrische Drehstrom hatte sich für derartige Betriebe als praktisch erwiesen, und zum weiteren Studium aller in Betracht kommenden Verhältnisse wurde von den beteiligten Firmen eine Studiengesellschaft für elektrische Schnellbahnen gegründet, die in den Jahren 1901 bis 1903 auf der Militärbahnstrecke Marienfelde—Zossen bei Berlin Versuchsfahrten vornahm. Es wurde hier Drehstrom bis zu 10000 Volt Spannung unmittelbar in die elektrischen Lokomotiven geleitet. Am 25. Oktober 1903 erzielte man auf der Versuchsstrecke die höchste Fahrgeschwindigkeit von 208 km in der Stunde.

Der schlechte Zustand der Wege im Mittelalter nötigte die Kriegsingenieure, an ein Mittel zu denken, wie sie ihre schweren Geschütze und anderes Kriegsgerät fortschaffen könnten. In einer Handschrift der Wiener Hof- und Staatsbibliothek vom Jahre 1411 sieht man die Malerei (Abb. 202) einer Seilschwebebahn zwischen zwei Berggipfeln[20]). Ein Mann fördert einen großen Korb von dem einen zum andern Gipfel zu einer Burg, indem er ein über zwei Rollen endlos ausgespanntes Seil mittels einer Kurbel in Bewegung setzt. Der Korb, in dem die Waren befördert werden, hängt mittels zweier kleinen Haken an dem einen Seilstrang, während er sich mit zwei Rollen auf den andern Seilstrang auflegt. Je nach der Drehrichtung der Kurbel wird also der Förderkorb hin- oder hergehen. In einer jetzt in Paris befindlichen Handschrift des italienischen Ingenieurs Jacopo Mariano aus dem Jahre 1449 finden wir eine andere Anlage: an einem ausgespannten Seil wird das Rohr einer Bombarde zwischen zwei Hügeln von einem Ochsen durch die Luft

befördert. Von einem Baum zu einem Pflock ist ein Seil gespannt, an dem das Bombardenrohr mit einem Ring aufgehängt ist. Ein zweites Seil geht von der Bombarde über eine Flaschenzugrolle wieder in die Nähe der Bombarde zurück. Hier ist ein Zugtier an das Stirnjoch befestigt. Wenn dieses Zugtier landeinwärts geht, so wird das Geschützrohr zum andern Ufer hinübergezogen[21]).

In dem ums Jahr 1617 zu Venedig erschienenen Maschinenbuch des Faustus Verantius wird zu unserem in Abbildung 203 wieder-



Abb. 202. Seilbahnanlage nach einer Malerei von 1411.

gegebenen Bild eine Seilbahn beschrieben[22]). „An ein dickes Seil soll ein Trog oder Korb mit umlaufenden Rollen gehängt und daneben ein dünnes Seil gespannt werden, das, wenn es gezogen wird, diejenigen, die sich in dem Korb befinden, ohne alle Gefahr hinüber bringen wird.“ Wir haben hier eine merkwürdige Hochbahn zum Personentransport vor uns. Sie stimmt im Prinzip mit den großen Schwebefähren überein, die man neuerdings wieder an Stelle von Brücken errichtet. Es ist in dem Entwurf des Verantius anscheinend auf den ungehinderten Fortgang der Schiffahrt Rücksicht

genommen, denn man besteigt den Fahrkorb nicht von der ebenen Erde aus, sondern zwei Leitern führen zu kleinen Treppenabsätzen, die sich in der Nähe des Fahrkorbes befinden. Da sich die Hanfseile, die man damals verwandte, infolge der Witterung leicht ausdehnten, oder wieder verkürzten, so hat Verantius für eine besondere Spannvorrichtung derselben gesorgt. Das dicke, sogenannte Laufseil, auf dem die Laufrollen des Korbes hin und her gleiten, wird an den Stützbalken der Bahn oben und unten über Rollen geleitet, so daß es seitwärts (auf der Abbildung nicht mehr sichtbar) mittels Flaschenzügen entsprechend gespannt werden kann. Die eingehende Konstruktion dieser Bahn, die sich z. B. auch in der gleichzeitigen

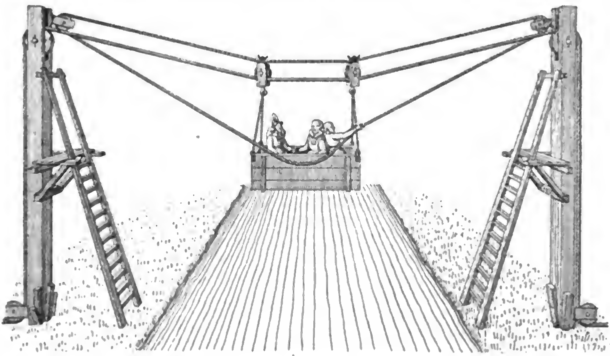


Abb. 203. Seilbahn von Verantius, 1617.

Benutzung der Versteifungen als Leitern zu erkennen gibt, läßt vermuten, daß Verantius die Ausführung dieser Bahn gesehen hat.

Die erste sichere Nachricht, daß eine Seilbahn ausgeführt wurde, haben wir aus Danzig. Dort wurde Adam Wybe aus Harlingen in Friesland damit beauftragt, eine Bastei innerhalb der Festungsmauern anzulegen[23]). Die zum Bau notwendigen Erdmassen mußte er sich vom außerhalb der Festung gelegenen Bischofsberg herbeiholen. Um den Bau einer großen Brücke und eine schwierige Wegeanlage zu umgehen, wandte Wybe eine Seilbahn an. Bei den Zeitgenossen erregte diese Anlage das größte Aufsehen. Der bekannte Georg Philipp Harstörffer, der uns zuerst vom Nürnberger Trichter berichtet, erzählt in seinem 1651 erschienenen Buch „Mathematische Erquickungen“ von dieser Bahn: „Berge mit leichter Mühe abzutragen. Adam Wybe von Harlem, ein sehr kunstreicher Baumeister, hat zu Danzig einen großen Berg, nächst der Stadt

gelegen, in folgender Weise abgetragen und in der Stadt zur Ausfüllung einer Bastei gebraucht. Er machte ein langes Seil mit einigen 100 kleinen Eimerlein, deren jedes an einem Strange, ungefähr einen Schuh lang herab und ebenso weit von dem andern entfernt hing. Dieses Seil war über mehrere Scheiben (fast wie sich die Spule an einem Spinnrade dreht) gespannt und wurde von einem Pferde auf dem Berge und von einem andern in der Stadt getrieben. Wie nun drei Männer bestellt waren, welche die Erdschollen auf dem Berge nach und nach in die Eimer füllten, so waren auch etliche andere in der Stadt, die solche im Laufe umstürzten und ausleerten, und so wurde der Berg oder dessen Erde ohne Wunderwerk versetzt. Weil hiervon ein Kupferblatt bei allen Kunsthändlern zu finden, beziehen wir uns darauf." Harstörffer meint einen reichen Kupferstich, den unsere Abbildung 204 nach einem in Danzig befindlichen Original wiedergibt. Nur in einem Punkt irrt Harstörffer: Wybe stammt, wie gesagt, aus Harlingen, nicht aus Harlem. Der Kupferstich zeigt rechts oben Wybes Brustbild, links das Danziger Wappen, dazwischen in lateinischer Sprache: „Genaue Darstellung einer neuen Erfindung oder einer kunstreichen Maschine, die Erde von dem gegenüber gelegenen Bischofsberg über den Wall der weit berühmten Stadt Danzig . . . . .". Unter dem Blatt steht eine Verherrlichung der Stadt Danzig. Auch ein Loblied von 80 Zeilen auf diese Seilbahn wird in der Danziger Stadtbibliothek aufbewahrt. Im Vergleich mit den Konstruktionen von Verantius und Mariano macht Wybe allerdings einen Rückschritt, denn er verwendet nicht mehr ein Zug- und Tragseil getrennt, sondern nur ein einziges Seil, an dem die Körbe hängen und das zugleich Zugseil ist.

Auch in Südamerika wurden in der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts bereits Seilbahnen verwendet[24]), denn man sieht in der im Jahre 1751 zu Leipzig erschienenen Allgemeinen Historie der Reisen einen Kupferstich, auf welchem Seilbahnen als Verkehrsmittel über einen Bergbach in den Anden zu sehen sind. Es werden damit sowohl Menschen als Pferde von einem Ufer zum andern befördert.

Der um das Eisenbahnwesen verdiente damalige kurfürstlich hessische Oberberginspektor Henschel in Kassel, der Begründer der heutigen gleichnamigen großen Lokomotivfabrik, entwarf im Jahre 1822 eine hängende Förderbahn, deren Wägelchen auf einer Schiene liefen und durch ein Zugseil bewegt wurden[25]).

Naturgemäß mußten die langen Hanfseile der Schwebebahnen schnell verschleißen, und deshalb erdachte der Bergassessor Franz Fritz Freiherr von Dücker eine Seilbahn, bei der er die im Jahre 1834 von Oberbergrat Julius Albert erfundenen Drahtseile verwendete.

Der Geschichte des Drahtseils ist bei dieser Gelegenheit mit einigen Worten zu gedenken. Wenige wissen, eine welch ungeheure Bedeutung die Einführung der aus Draht geflochtenen Seile für die Entwickelung des Berg- und Hüttenwesens hatte. Seitdem man



Abb. 204. Seilbahnanlage in Danzig, 1644.

Tiefbau trieb, haben alle Bergleute, von Agricolas, des berühmten Bürgermeisters von Glauchau, Zeiten an der Vervollkommnung der Förderkunst gearbeitet. Zwar fand man schon in den Trümmern von Pompeji ein aus Bronzedraht geflochtenes Seil, doch seine geringe Länge und die damalige Unmöglichkeit, lange Drähte zu ziehen, lassen es nur als einen zufälligen Versuch, ein starkes, etwa gegen Wasser beständiges Seil herzustellen, erscheinen. Das Seil hatte ehemals eine Länge von 4,1 m, ist jetzt jedoch in zwei Stücke zerbrochen. Sein Umfang beträgt 25 mm, und es ist aus drei spiralförmig gewundenen Strängen von je 15 Drähten geflochten. Gegenwärtig wird es im Museo Nazionale zu Neapel aufbewahrt[26]). Bei einem Pumpwerk spricht Leonardo da Vinci um 1500 von einem Seil aus Drähten[27]): „Das Seil für obiges Schöpfwerk muß von Draht aus geglühtem Eisen oder Kupfer sein, andernfalls ist es von geringer Dauer, und die genannten Drähte müssen so dick sein, wie Bogenschnur." Was dagegen Mathesius, der berühmte Bergprediger und Freund Luthers, ein halbes Jahrhundert später von einem „Eysern seil" sagt[28]), bezieht sich wie noch lange hernach in der Bergmannsprache auf eine (eiserne) Kette. Zu Anfang des 19. Jahrhunderts, und zwar noch vor Erfindung, oder sagen wir Wiedererfindung der Drahtseile durch Oberbergrat Albert findet man Brücken, die unter Verwendung von eigentümlichen Drahtseilen gebaut sind. Eine solche Brücke jener Zeit ist z. B. die Löwenbrücke über dem Faulen Graben im Berliner Tiergarten. Drahtseile in unserm Sinne sind dort aber nicht verwendet, sondern es sind ein paar Dutzend Eisendrähte zu einem Bündel gerade nebeneinander gelegt, mit Eisenringen zusammengehalten und mit Mennig umkleidet. Das Eigentümliche dieser Drahtstränge gegenüber den Drahtseilen ist also, daß die einzelnen Drähte nicht miteinander verflochten sind. Man hatte seit 1829 auf dem Harz angefangen, endlose Ketten zu Förderzwecken zu benutzen, doch trotz der sorgfältigsten Ausführung zerbrachen diese nach kurzer Zeit auf damals unerklärliche Weise. Die Brüche dieser Ketten-„Seile" mehrten sich, je länger die Versuche dauerten, in erschreckender Weise, die „das Bergamt um so mehr veranlaßten, diese Versuche aufzugeben, da begründete Hoffnung entstanden war, durch Anwendung von geflochtenem Eisendraht die Zwecke zu erreichen, auf die es ankam". Die ersten Drahtseile[29]) waren vier dünne Stränge, deren Rohmaterial Oberbergrat Albert eigenhändig bei Händlern in Clausthal und Zellerfeld aufgekauft, nach Hause getragen und verflochten hatte. Den ersten Kraftversuch machte er mit ihnen zwischen einem doppelten kräftigen Pferdegespann und einem mit Holzstämmen übergroß beladenen Wagen. Zur Einführung kam das Drahtseil noch im gleichen Jahre 1834 auf Grube Caroline bei Clausthal. Der Harzer Bergbau, der damals eine bedeutende Rolle spielte, hatte schon nach zwei Jahren 13 Schächte mit Drahtseilen Albertscher Konstruktion versehen. Die Albertsche Flechtweise gewährt den besonderen Vorteil, daß sich

die einzelnen Drähte gleichmäßig und nicht an einzelnen Punkten abschleißen. Der größte Vorteil der Förderseile aus Draht entsteht aus ihrem geringen Gewicht im Verhältnis zu einer gleichstarken Kette; denn je tiefer der Schacht wird, um so größer wird die Last des nach unten hängenden Seiles. Mit Ketten wäre es nicht möglich, solche Fördertiefen zu erreichen, wie wir sie heute mit Drahtseilen befahren, ja, wir stehen heute vor derselben Frage, wie damals Albert, wie finden wir ein Mittel, um wiederum tiefer in die Erde dringen zu können? Die einzige Möglichkeit liegt in der Verfeinerung des Stahls, aus dem wir die einzelnen Drähte ziehen, in der Anwendung von Fassondrähten und in der Konstruktion sich nach unten verjüngender Seile. Diese letztere Art ist nahe an der Erdoberfläche stärker, damit sie das eigene Gewicht des Seiles. je mehr es sich abwickelt, zu tragen vermag. —

Nun zur Geschichte der Drahtseilbahn zurück. Der Erfinder, Freiherr von Dücker[30]), schrieb darüber in einer Zeitschrift selbst: „Im Jahre 1861 war der Unterzeichnete durch den Anblick der großen Umstände, welche der Transport von Kohlen und Erzen über die Weser in der Porta Westphalica machte, dahin geführt worden, eine Seilbahn zu ersinnen, welche an beliebig vielen Punkten unterstützt, mithin beliebig weit geführt werden könnte. Im Park zu Bad Oeynhausen spannte ich 500 Fuß weit einen Eisendraht von $^{1}/_{2}$ Zoll Durchmesser auf und unterstützte denselben alle 200 Fuß. Ein eiserner Wagen von kaum 25 Pfund Gewicht bewegte sich mit ungemeiner Leichtigkeit daran, und zahlreiche Personen trauten sich dem schwebenden Fuhrwerke an. Die Direction des Eisenwerkes an obiger Stelle forderte das Gutachten des Eisenbahn-Ingenieurs Polko ein, und derselbe sprach sich dahin aus, daß solche Drahtseilbahn ein sehr geeignetes Mittel zur Verbindung des Bahnhofes über die Weser mit dem Werke sei. Concession wurde bei der Regierung in Minden nachgesucht, allein Proteste der Flußfähreinteressenten traten hinderlich entgegen. Im selbigen Jahre spannte ich bei Bochum ein einzölliges Drahtseil 400 Fuß weit auf und unterstützte dasselbe in der Mitte. Ein Wagen mit zehn Centnern Last fuhr an dem Seile entlang, allein bei sehr mangelhafter Endbefestigung sah der erste Versuch etwas hinfällig aus, und da ich verhindert wurde, denselben fortzusetzen, so wendeten sich die Bergwerksinteressenten von der Sache ab und fuhren fort, Überbrückungen und Bahnen zu bauen, die Hunderttausende kosteten und jahrelangen Bau beanspruchten, wo Seilbahnen für wenige Tausend in wenigen Tagen hergestellt werden konnten. Alle Bemühungen, Interessenten zur Ausführung von Seilbahnen auf ihre Gefahr zu finden, waren vergebens. Ich bot das System in verschiedenen Ländern an, unter andern auch in England 1862 der Direction des Sydenham-Palastes. Als im Jahre 1869 in Nummer 49 des ‚Berggeist' zu Coeln die Hodgsonsche Seilbahn beschrieben wurde, brachte ich in Nummer 59 selbiger Zeitschrift mein System wieder in Erinnerung

und ließ dessen Priorität bescheinigen. Wiederum zögern die deutschen Landsleute, von einem System Gebrauch zu machen, welches in ganz ähnlicher Ausführung in England rapide Verbreitung fand."

Trotz der großen Vorteile, die damals schon der Dückerschen Drahtseilbahn nachgerühmt wurden, entschloß sich niemand zu ihrer Einführung. Dücker ließ kein Mittel unversucht, um seine Idee zu verbreiten. So versandte er auch Tausende Drucksachen über die Vorzüge seiner Bahn, die am Kopf das hier in Abbildung 205 verkleinert wiedergegebene Bild trugen. Im Juli 1868 meldete der Londoner Ingenieur Hodgson ein englisches Patent auf eine Drahtseilschwebebahn an, die der Dückerschen Konstruktion fast vollständig gleichkam.

Zwei Jahre später, am 25. Oktober 1870, meldete der Wiener Ingenieur Theodor Obach ein österreichisches Patent auf eine Seilbahn an, das ihm zu Anfang des nächsten Jahres erteilt wurde.

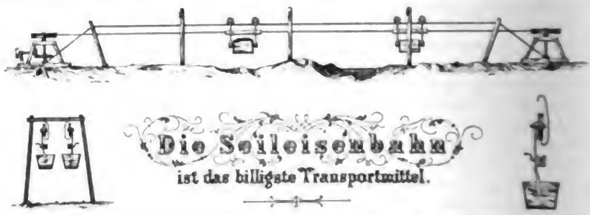


Abb. 205. Die Drahtseilbahn von Freiherr von Dücker.

Noch heute gehört die Firma Obach in Wien zu den größten Unternehmen, die Drahtseilbahnen bauen.

Drahtseilbahnen kennen fast keine Geländeschwierigkeiten, die sie nicht zu überwinden imstande wären [31]). Bei Friedrichssegen an der Lahn ist das Drahtseil einer solchen Schwebebahn in einer Spannung auf 800 m Entfernung geführt. Die Drahtseilbahn von La Mejicana in Argentinien überwindet Steigungen von 49 Grad. Sie ist insgesamt 32 km lang. Sie steigt von ihrem Ausgangspunkt, der 1049 m über dem Meere liegt, bis auf eine Höhe von 4585 m über dem Meere, und ist mithin die höchste Bahn der Erde überhaupt. Bei ihrem Bau waren stellenweise die größten Schwierigkeiten zu überwinden, so mußten Seiltürme von 40 m Höhe erbaut werden, und an manchen Stellen fahren die Wagen über Abgründe von 300 m Tiefe hinweg. Im allgemeinen legt man bei Drahtseilbahnen an jeder Teilstrecke von 5 km eine Maschinenstation zur Bewegung des Zugseils an, doch eine Bahn auf Java kommt sogar auf 10 km Länge mit einer einzigen Maschinenstation aus. Man befördert heute mit Drahtseilbahnen guter Konstruktion in einer Stunde bis zu 100000 kg Last. Ein nicht zu unterschätzender Vorzug der Drahtseil-

bahnen ist es, daß sie gegen schwere Witterungseinflüsse, wie Hochwasser, Schnee und Eis, nahezu unempfindlich sind, daß sie keine kostspieligen Bodenankäufe erfordern und quer über land- oder forstwirtschaftliche Betriebe hinweggeführt werden können.

Im Jahre 1892 erfand der Kölner Ingenieur Eugen Langen, der Miterfinder der Gasmaschine, eine besondere Art von Schwebebahnen zur Personenbeförderung. Zunächst wurde in Deutz eine kleine zweischienige Versuchsstrecke angelegt, und in den Jahren 1895



Abb. 206. Schwebebahn in Barmen-Elberfeld.

bis 1903 wurde die erste größere Anlage dieser Art zwischen Barmen und Elberfeld ausgeführt[32]).

Die Langensche Schwebebahn ermöglicht es, in engen Straßenzügen und sogar über die Flußläufe entlang eine Schnellbahn für die Personenbeförderung zu betreiben. Die Straßen oder die Flüsse werden dabei entweder, wie es unsere Abbildung 206 zeigt, von torartigen Eisenbogen überspannt, an denen die Schienen hängen, oder es werden kräftige eiserne Pfeiler errichtet, die oben links und rechts die Schienen an Querarmen tragen. Die Wagen der Langenschen Schwebebahn tragen ihre Räder und die die Räder

antreibenden Elektromotoren über dem Dach. Die Wagen hängen also unter der Schienenkonstruktion. Ein besonderer Vorteil ist es, daß kleine Krümmungen bis zu nur 50 m Halbmesser mit einer Schwebebahn durchfahren werden können. Das Geräusch und die Erschütterungen sind sehr gering. Die Fahrt in einer Schwebebahn erfolgt ohne jeden Stoß, weil die Wagen, zumal in Krümmungen, pendelartig nach außen schweben und infolgedessen sich jedesmal ohne Stöße der Geschwindigkeit in den Krümmungen anpassen. Ein einzelner Wagen einer Schwebebahn faßt bequem 85 Personen, so daß in einem Zug 500 Fahrgäste Platz nehmen können. Da man ohne Gefahr in Abständen von zwei Minuten einen Zug ablassen kann, ist die Langensche Schwebebahn imstande, stündlich nach beiden Richtungen hin 30000 Reisende zu befördern, eine Zahl, die von keinem andern Bahnsystem auch nur annähernd erreicht werden kann.

Gegenwärtig schweben Unterhandlungen zur Erbauung von Schwebebahnen in Hamburg und Berlin[33]).

Auch für Bergbahnen eignet sich die Langensche Schwebebahn. Die erste Strecke dieser Art wurde im Jahre 1902 zu Loschwitz bei Dresden eröffnet. Diese Bahn steigt auf eine Länge von 250 m insgesamt 84 m hoch. Während ein Wagen bergab fährt, steigt der andere bergauf. Zu diesem Zweck hängen beide Wagen an einem Drahtseil, das oben auf dem Berge durch die Kraft einer Dampfmaschine bewegt wird[34]).

Schreibgeräte.

Es gibt noch heute alte Leute, die sich nicht an die Benutzung der neumodischen Stahlfedern gewöhnen können, sondern noch den Gänsekiel benutzen, um zu schreiben. Man möchte deshalb glauben, die Stahlfedern seien eine neue Erfindung.

Doch ganz mit Unrecht.

Schon im alten Römerreich benutzte man vereinzelt metallene Schreibfedern (Abb. 207 a), denn am Rhein und in der Gegend von Agram hat man metallene Federn in Römerlagern ausgegraben[1]). Es ist das um so auffallender, als bei den Römern die Gänsefeder nur selten im Gebrauch war. Es wurde vielmehr mit Schreibfedern aus Rohr und mit Griffeln geschrieben. Nur von einer Figur, die sich auf der Trajanssäule, jenem herrlichen Bauwerk zu Rom, befindet, und die eine Gänsefeder zum Schreiben in der Hand hält, wissen wir, daß diese Art zu Anfang des 2. Jahrhunderts in Rom bekannt war[2]).

Seit dem 7. Jahrhundert sind, wie Isidoros berichtet[3]), die Gänsekiele erst allgemein als Schreibgeräte eingeführt und haben sich seitdem bis auf unsere Tage erhalten. In der Berliner Stadtverwaltung mußten im Jahre 1907 noch 250 Gänsekiele für diejenigen Beamten angeschafft werden, die sich noch nicht an die Stahlfeder gewöhnen konnten.

Der erste deutschschreibende Dichter Adelhelmus, ein Sachse, der im Jahre 709 starb, erwähnt in einem seiner Gedichte eine Pelikanfeder zum Schreiben[4]):

„Mich erzeugte dereinst die lichtweiß glänzende Kropfgans,
Die aus dem Sumpfe das Naß zum weit aufschnappenden Hals bringt;
Drum streb' ich auf's neu' entgegen schimmernden Fluren.
Dunkelblau lass' ich die Spur in dem leuchtenden Wege zurücke;
Schwärzliche Windungen trägt das also durchackerte Glanzfeld."

Beachtenswert ist diesen Versen auch, daß Adelhelmus eine Tinte verwendete, die dunkelblau aus der Feder floß und nachträglich schwarz wurde.

Johann Neudörffer, ein verdienter Schreiblehrer in Nürnberg, erwähnt 1544 in einem Buch über die Herstellung guter Schreibfedern neben den Gänsekielen auch: „Die Ding aber, darauß man Federn macht, vnnd damit schreibt, sind Genßkil (Gänsekiele),

Pfawenkil (Pfauenkiele), Schwanenkil, Welsche Calmi oder Ror, auch von hartem Holtzlein, Eysere und Kupfere Ror (Rohr), auch Kupfere vnnd Messine blechlein[5])." Also kannte auch dieser deutsche Meister Schreibfedern aus Eisen, Kupfer und Messing. Vielfach kann man sogar lesen, daß ein gewisser Andreas Ludwig im Jahre 1579 zu Reichenhall messingene Schreibfedern fabrikmäßig hergestellt habe. Das ist jedoch nicht richtig, sondern es handelt sich zwar um die Herstellung gesplissener Metallrohre zum Schreiben, in die aber kleine Stückchen von Reißblei oder Kohle eingeklemmt wurden. Es sind das jene noch heute gebräuchlichen federnden Messinghalter, die wir benutzen, wenn wir mit Kohle oder mit bunten Kreiden zeichnen[6]).

Graf Johann der Jüngere von Nassau sagt in einem im Wiesbadener Staatsarchiv befindlichen Schriftstück ums Jahr 1595, zur Reiterausrüstung gehöre u. a. auch „Federn von Messing und Silber" als Schreibgeräte[7]). Es scheint also, als ob man auf Feldzügen die haltbaren Metallfedern den empfindlichen Gänsefedern vorgezogen habe. Vielleicht war derselbe Grund schon bei den Römern maßgebend, um metallene Federn herzustellen.

Bisher haben wir aber nur von Federn aus verschiedenen weichen Metallen, noch nicht von Schreibfedern aus Stahl gehört. Von ihnen lesen wir zum erstenmal in den handschriftlichen Aufzeichnungen, die der Aachener Bürgermeisterdiener Johannes Janssen während des zweiten Aachener Kongresses im Jahre 1748 machte[8]): „Eben umb den Congres Versamlung hab ich auch alhier ohn mich zu rühmen neuwe Federn erfunden. Es konnte vielleicht sein, daß mir der liebe Gott diese Erfindung nicht ohngefähr hätte lassen in den Sinn kommen mit diese meine stahlene Federn zu machen, deweil alle und jede alhier versammlete H. Hr. Gesandten davon die Erste und Mehreste gekauft haben, hoffentlich den zukünftigen Frieden damit zu beschreiben, und dauerhaft wird sein wie diese meine stahlenen Federn, daß der liebe Gott will geben, dan der verderblichen Krieg hatt lang genug gewährt; weilen aber jetzo alles wohl zum Frieden aussieht, hatt man auch Hoffnung, daß er lang dauern soll, eben wie der harter Stahl, damit er beschrieben wird.

Dergleiche Federn hatt Niemand nie gesehen noch von gehört, wie diese meine Erfindung ist, allein man muß sie rein und sauber von Rost und Dinten halten, so bleiben sie viel Jahr zum Schreiben gut, ja wenn auch einer 20 Reis Papier damit würde beschreiben mit eine Feder, so wär die letzte Linie beschreiben wie die erste, sonder was an die Feder zu veranderen, sogar sie seindt in allen Ecken der Welt hingeschickt worden als eine rare Sach, als nach Spanien, Frankreich, Engeland, Holland, ganz Teutschland. Es werden deren von anderen gewiß nachgemacht werden, allein ich bin doch derjenige, der sie am ersten erfunden und gemacht hat, auch eine große Menge verkauft außer und binnen Lands, das Stück

for 9 M. aix oder ein Schilling specie und was ich hier nur hab kunnen machen ist mir abgeholt worden."

Es ist also gewiß, daß 1748 Aachener Stahlfedern zum Preise von 9 Mark Aachener Währung oder 1 Schilling für das Stück nach Deutschland und ins Ausland verschickt wurden. Ob die im Jahre 1780 in England einsetzende Stahlfedernindustrie auf jene Aachener Federn zurückgeht, wird sich wohl nicht mehr erweisen lassen. Tatsächlich begann Harrison in Birmingham damals Stahlfedern anzufertigen. Noch im Jahre 1803 betrug der Preis einer englischen Stahlfeder 5 Schilling.

Als Erfinder der Stahlfeder wird noch sehr häufig ein Königsberger Schreiblehrer, namens Johann Heinrich Bürger, genannt. Der Mann soll sich alle mögliche Mühe gegeben haben, seine Erfindung einzuführen, doch die vorgesetzten Behörden hätten für die Wichtigkeit der Sache kein Verständnis gezeigt, und schließlich wäre der arme Mann seines Amtes entsetzt worden und hätte vor der Königsberger Börse an seinem Lebensabend mit englischen Stahlfedern handeln müssen, um nicht zu verhungern. Leider scheint an dieser traurigen Geschichte kein wahres Wort zu sein, wenigstens blieben alle Nachforschungen in Königsberg vergebens[9]). Nur zwei alte Leute erinnerten sich noch, daß der Lehrer Dr. Johann Dietzer, der in Germau bei Königsberg lebte und auch dort im Jahre 1846 starb, als Erfinder der Stahlfedern genannt wurde[10]). Das stimmt auch mit einem Bericht überein, den im Jahre 1866 ein Reisender auf dem Friedhof in Germau erhielt, wo ihm vom Kirchendiener unter einer Linde das Grab des Erfinders der Stahlfedern gezeigt wurde[11]). Inwieweit Dietzer an der Erfindung oder der Verbesserung der Stahlfedern beteiligt war, ließ sich aus den dürftigen Nachrichten über ihn nicht mehr feststellen.

Im Jahre 1818 gab Alois Senefelder, der Erfinder der Lithographie, eine Anleitung über die Herstellung der „Stahlfedern"[12]), die er wahrscheinlich in England kennen gelernt hatte. Der damalige hohe Preis englischer Stahlfedern, der für das Stück 3 bis 10 Gulden betrug, war ersichtlich der Hinderungsgrund, daß sich die Erfindung so schlecht einführen ließ. Abbildung 207 b zeigt, wie einfach Senefelder seine Stahlfedern aus Uhrfederstahl in einer Rinne rund bog.

Erst 1828 fabrizierte Joseph Gillot zu Birmingham die Stahlfedern mit Maschinen, und schon im Jahre 1840 verarbeitete er jährlich 1000 Zentner Stahl dazu. Dieser ungeheure Aufschwung der Stahlfedernindustrie war dadurch erzielt worden, daß James Perry in London 1830 die beiden seitlichen Schlitze an den Federn erfunden hatte. Durch diese außerordentlich einfache Erfindung erhielten die Federnspitzen erst die nötige Biegsamkeit.

Es wäre nun noch einer andern Erfindung zu gedenken, die jedermann heute für etwas ganz Neues hält. Die sogenannten Füllfedern, die man in der Tasche mit sich trägt, um sie jederzeit gebrauchsfertig zur Hand zu haben, sind nämlich nicht, wie man

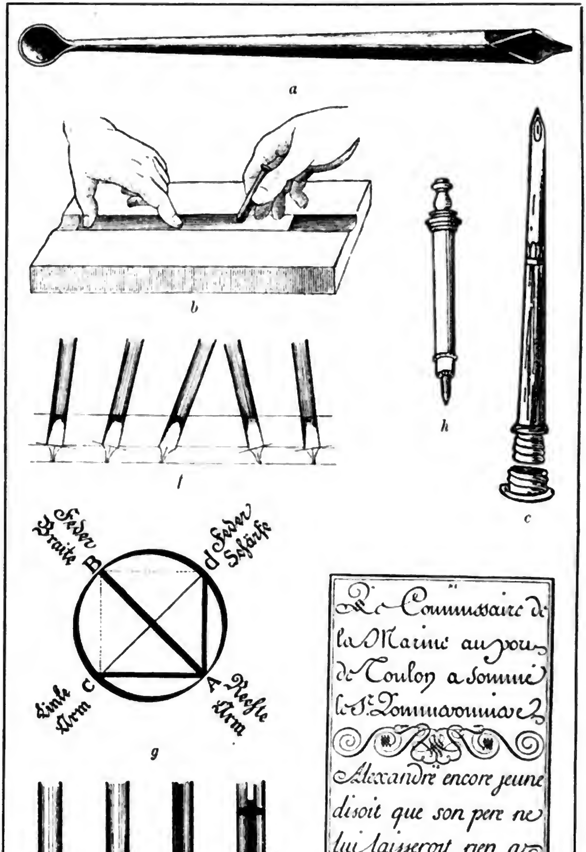


Abb. 207. a) Römische Metallfeder; b) Herstellung der Stahlfeder nach Senefelder, 1818: c) Füllfederhalter, 1780: d) Rundschriftvorlage, 1599; e, f) Doppelte und einfache Rundschriftfedern, 1793; g) Schema für die Rundschrift von 1709; h) Bleistift von 1565.

annimmt, eine Erfindung der Amerikaner, sondern der Deutschen[13]). Der Mechaniker Scheller in Leipzig fertigte sie zum erstenmal im Jahre 1780 an, nannte sie Reise-Schreibfedern und verkaufte sie einschließlich einer Messingkapsel zu 10 Groschen das Stück. Sie bestanden (Abb. 207c) aus einer konischen Röhre von Metall und Horn, die an ihrem dünneren Ende die Federpose, am dickeren einen verschließbaren Schraubdeckel trugen. An dieser Stelle wurde der Halter mit Tinte gefüllt. Durch eine kleine Öffnung an der Feder floß immer genau so viel Tinte aus, als zum Schreiben gebraucht wurde. Ein kleiner Stift verschloß diese Öffnung, wenn der Füllfederhalter, natürlich umgekehrt, in der Tasche getragen wurde. Der durch seine Schriften, aber auch durch seinen heftigen Streit mit Goethe bekannte Berliner Buchhändler Nicolai erwähnt in seiner Reisebeschreibung durch Deutschland derartige Füllfederhalter, und auch in dem Taschenbuch der damaligen eleganten Welt, im sogenannten Gothaischen Hofkalender von 1791, werden die Füllfederhalter beschrieben. Es ist darum sehr auffallend, daß sie über ein halbes Jahrhundert wieder in Vergessenheit gerieten, denn erst im Jahre 1843 beschreibt Emil Drescher sie wieder unter dem Namen „Selbstschreibende Federn“. Da heute zu Füllfedern meistens goldene oder doch vergoldete Einsätze benutzt werden, weil Stahlfedern zu schnell rosten würden, so ist eine Bemerkung bei Drescher sehr interessant, die uns sagt, daß derartige goldene Federn bereits im Jahre 1824 im Gebrauch waren[14]).

Auch die Rundschrift hält jeder sicherlich für eine recht neue Erfindung, und doch muß man über 300 Jahre zurückgehen, um die früheste Rundschrift zu sehen. Der französische Schreiblehrer Guillaume le Gangneur veröffentlichte 1599 in einem Buch[15]) über Schönschrift die in unserer Abbildung 207d wiedergegebene Vorlage seiner „écriture ronde“, an der man schon die Grundzüge der Rundschrift genau erkennen kann. In Deutschland wurde diese Schriftart zuerst im Jahre 1709 durch ein von I. I. Spreng in Basel erschienenes Buch mit Schreibvorlagen bekannt, doch scheint sie bei uns nicht heimisch geworden zu sein, denn nur in Spanien und Frankreich findet man im folgenden Jahrhundert Vorlagen dazu. Erst Professor Reulaux und F. Soennecken brachten 1875 die Rundschrift bei uns wieder auf (Abb. 207g).

Außer den gewöhnlichen stumpfen Rundschriftfedern benutzt man zu Zierschriften auch die sogenannten Doppelfedern mit zwei nebeneinander liegenden abgestumpften Schreibspitzen. Wer diese für eine neue Erfindung hält, wird beim Anblick der Abbildung 207e sehr enttäuscht, die uns mehrere Doppelfedern verschiedener Art aus dem Jahre 1793[16]) zeigt. Sie wurden, wie man sieht, entweder aus einem einzigen dicken Kiel geschnitten, oder durch Zusammenbinden zweier dünnen Kiele hergestellt. Auch erkennt man, daß die damaligen Doppelfedern schon eine dünnere und eine dickere Linie ziehen konnten.

Unser heutiger Bleistift hat im Altertum einen Vorläufer in kleinen bleiernen Scheibchen, mit denen man, wie Plinius[17]) in seiner Naturgeschichte berichtet, Linien auf Papier ziehen konnte. Diese Art hat sich auch im Mittelalter erhalten, und so ging das Wort Blei auch auf die Graphitstifte, deren wir uns heute bedienen, über. Wann diese Graphitstifte zuerst aufkommen, weiß man nicht. Einer der ältesten Beweise für ihr Vorhandensein ist die Tatsache, daß die Handschrift des Mönchs Theophilus in der Herzoglichen Bibliothek zu Wolfenbüttel ums Jahr 1125 mit Graphitstiften liniiert wurde[18]). Theophilus war ein ausgezeichneter Techniker, der ums Jahr 1100 eingehende Vorschriften über diejenigen technischen Vorrichtungen gab, die in der kirchlichen Kunst Verwendung fanden. Obwohl Theophilus das Ausmalen von Handschriften und das Vergolden der Buchstaben beschreibt, erwähnt er nicht, daß man mit Graphit Linien ziehen könne. Vielleicht galt diese Methode damals schon als selbstverständlich.

Die erste Erwähnung des Bleistifts — oder richtiger des Graphitstifts — finden wir erst 1565 bei dem schweizerischen Polyhistor Konrad Gesner[19]). Gesner bildet das Schreibwerkzeug in der in Abbildung 207h wiedergegebenen Weise auch ab. Der Graphitstift ist künstlich gerundet und von unten in einen hölzernen Halter eingesteckt, so daß man ihn bequem fassen kann. Italienische Kunstschriftsteller erwähnen im 16. Jahrhundert bereits derartige Zeichenstifte. So sagt Cesalpin[20]) im Jahre 1596: „Das Wasserblei ist entweder feines oder gemeines, die feine Sorte muß leicht, glänzend und gleichsam versilbert, in mittelmäßigen Stücken, leicht zu zerschneiden sein. Denn dasjenige Wasserblei, woraus das längliche Reißblei oder die „Bleiweißstangen" geschnitten werden, wird von Baumeistern, Malern und anderen sehr gesucht. Das feine Bleiweiß kommt gemeinlich aus England, das gemeine hingegen überschicken größtenteils die Holländer in andere Länder, welches doch die Nürnberger stark nachkünsteln." Der Graphit wurde meistens aus England oder Spanien bezogen, und man nennt ihn deshalb englisches oder spanisches Blei. Besonders durch die Entdeckung großer Graphitgruben in Cumberland ums Jahr 1665 kommt englischer Graphit in den Handel. Der Name Graphit selbst stammt allerdings erst von Abraham Gottlob Werner aus dem Jahre 1775. Die Engländer führten bald nach der Aufschließung ihrer großen Graphitlager die Einfassung der dünnen Stifte in Zedernholz ein.

Wie wertvoll das Graphitmaterial war, zeigt uns folgende Schilderung: „Der Berg bei Borrowdale, in welchem sich jene berühmte Graphitgrube befindet, ist 2000 Fuß hoch, das Mundloch der Grube aber etwa in der Hälfte seiner Höhe. Vor etwa 100 Jahren fanden zur Gewinnung dieses so wertvollen Minerals häufige Räubereien statt, so daß viele in der Nachbarschaft lebende Personen allein durch den Graphitraub sehr reich geworden sein sollen, und daß selbst die von den Eigentümern angestellte Wache die Grube nicht

zu schützen vermochte. So machte eine Anzahl von Bergleuten einen förmlichen Angriff auf die Grube, eroberte sie und hielt sie eine geraume Zeit in Besitz, bis die Räuber endlich wieder vertrieben wurden. Gegenwärtig ist ein starkes Gebäude zur Wahrung des Schatzes über dem Mundloche aufgeführt, welches im Erdgeschoß vier Zimmer hat, deren eines zu der mit einer Falltür verdeckten Grube führt. In diesem Zimmer kleiden sich die Bergleute um, legen ihre Grubenkittel an, kehren, nachdem sie ihre sechsstündige Schicht gearbeitet haben, aus der Grube zurück und legen in Gegenwart eines Aufsehers ihre Grubenkleidung wieder ab, um auch nicht die kleinste Menge von Graphit entwenden zu können. In einem andern der vier Zimmer sitzen zwei Leute an einem großen Tisch, die den Graphit sortieren und reinigen, währenddem sie eingeschlossen sind und von einem Aufseher, der sich in einem Nebenzimmer befindet und mit zwei geladenen Gewehren bewaffnet ist, beaufsichtigt werden. Nur durch solche Maßregeln ist es möglich geworden, den Anfeindungen der räuberischen Bergbewohner die Spitze zu bieten [21])."

Deutschlands Bleistiftindustrie wurde 1761 von Kaspar Faber, dem Begründer der Firma A. W. Faber, zu Stein bei Nürnberg aufgenommen [22]). Der allgemeinen Verbreitung der aus Graphit geschnittenen und in Holz gefaßten Stifte stand damals die verschiedene Härte des gefundenen Graphits entgegen. Erst durch die Erfindung des Pariser Mechanikers Nicolas Jacques Conté, aus geschlemmtem Graphit und Ton eine gleichmäßige Härte des Schreibstifts zu erzielen, gewann der Bleistift eine allgemeine Verbreitung. Die Contésche Erfindung wurde alsbald von dem fürstlichen Baumeister Joseph Hardtmuth in Wien aufgenommen. Noch heute besteht in Budweis die Firma L. & C. Hardtmuth als eine der bedeutendsten Bleistiftfabriken der Erde.

Zum Schluß wäre noch auf die Verwendung des Radiergummis hinzuweisen. Den ersten Vorschlag dazu machte 1770 der berühmte englische Chemiker Priestley. Ein würfelförmiges Stück Kautschuk zum Radieren, obwohl seine Länge nur $^1/_2$ Zoll betrug, kostete damals 3 Mark, und deshalb führte sich die praktische Neuerung nur sehr langsam ein.

Schreibmaschinen.

Was würde man vor 50 Jahren von einem jungen Mädchen gehalten haben, das sich gerühmt hätte, in einer halben Stunde 3032 Worte klar und deutlich schreiben zu können? Noch vor wenigen Jahren hatte man eine solche Leistung für unmöglich angesehen. Heute ist dies mit der Schreibmaschine, allerdings als Höchstleistung beim Wettschreiben, in Neuyork von einer Dame erzielt worden.

Den Gedanken, die Schreibarbeit zu vermindern, hatte schon um die Mitte des 17. Jahrhunderts ein Kölner Lehrer[1]). Er verband zwei Federkiele durch ein Querholz, tauchte die Federn gleichzeitig in zwei Tintenfässer und schrieb mit beiden Federn gleichzeitig auf zwei Bogen Papier, die nebeneinander lagen. Diese Vorrichtung war zwar außerordentlich einfach und sicherlich wenig praktisch, doch zeigt sie uns, wie man mit Hilfe mechanischer Vorrichtungen zwei Briefe auf einmal schreiben konnte. Über 100 Jahre später versuchte der Direktor des Mathematischen Kabinetts in Wien, Friedrich von Knauß, den alten Gedanken des Kölner Schullehrers noch zu erweitern, indem er sich eine ähnliche Maschine baute, die mit drei Schreibfedern gleichzeitig drei Briefe schrieb[2]). Knauß erbaute im Jahre 1864 auch einen schreibenden Automaten, der im wesentlichen eine Nachahmung des heute in Neuchatel befindlichen Schreiberautomaten von Droz war[3]).

Unsere heutige Schreibmaschine, bei der nach dem Druck auf eine Taste ein bestimmter Buchstabe abgedruckt wird, findet sich zum erstenmal in dem englischen Patent 395 erwähnt, in dem ein gewisser Henry Mill sich 1714 eine Vorrichtung patentieren ließ, um auf Papier reliefartig geprägte Buchstaben zu erzeugen, die von blinden Personen gefühlt werden können. Derartige Blindenschrift-Prägemaschinen sind später von vielen Konstrukteuren wieder versucht worden. Besonders waren es der englische Mathematiker N. Saunderson im Jahre 1730, 50 Jahre später ein gewisser Weißenburg in Mannheim und eine erblindete Dame, Therese von Paradies, im Jahre 1784, die sich in der Konstruktion solcher Maschinen hervortaten[4]).

Die Reliefschrift für Blinde war im 18. Jahrhundert jedoch noch nicht einheitlich durchgebildet, und deshalb konnten die Erfinder von Blinden-Schreibmaschinen keinen durchschlagenden Er-

folg erzielen. Zwar hatte schon der berühmte Jakob Bernoulli im Jahre 1667 einer Blinden zu Genf das Schreiben gelehrt, und der Begründer des Taubstummenunterrichts, der Abbé Charles Michel de l'Epée, bediente sich um 1770 beim Blindenunterricht eiserner Schablonen, die die Schüler befühlen und für sehende Personen nachzeichnen konnten. Doch erst Valentin Hauy schuf im Jahre 1786 in seiner Pariser Blindenschule eine farblose, lediglich aus Reliefs bestehende Schrift für Blinde. Er druckte mit solcher Schrift auch zum erstenmal Bücher für Blinde und arbeitete lange Jahre an einer Schreibmaschine, um solche Schrift leicht herstellen zu können. Im Jahre 1820 wurde der Pariser Akademie eine Arbeit vorgelegt, in welcher zur Erreichung einer Blindenschrift ein neuer Weg beschritten wurde. Der Verfasser der Arbeit war der Hauptmann Charles Barbier, der die einzelnen Buchstaben nicht mehr aus erhabenen Strichen, sondern aus erhabenen Punkten bildete. Die Punkte waren bei jedem Buchstaben nach Zahl und Lage verschieden. Das Barbiersche System wurde 1829 von dem selbst blinden Lehrer an der Pariser Blindenanstalt, Louis Braille, ausgestaltet und unter seinem Namen in die Praxis eingeführt. Daß Braille nicht selbst der Erfinder der aus sechs Punkten bestehenden, noch heute gebräuchlichen Blindenschrift ist, geht aus der Vorrede eines seiner Bücher hervor[5]: „Ich möchte immer und immer wiederholen, daß unsere Dankbarkeit Barbier gebührt, der als der Erste ein Verfahren zur Schrift mit Punkten für Blinde erfunden hat.“ Beim Schreiben mit der Hand muß bei der punktierten Blindenschrift jeder Punkt mit Hilfe einer Schablone einzeln gestochen werden. Neuerdings hat der Lehrer der Steglitzer Blindenanstalt, Oskar Picht, eine Schreibmaschine erfunden, bei der mit nur sechs Tasten die Herstellung der Punktschrift sehr schnell von Blinden oder von sehenden Personen ausgeführt werden kann[6].

Die ältesten, mit einer Blindenschriftmaschine hergestellten Briefe stammen von der Gräfin Carolina Vantoni, die im jugendlichen Alter erblindet war und im Jahre 1808 von Pellegrino Turri, dem Sproß eines altitalienischen Adelsgeschlechts, eine Schreibmaschine zum Geschenk erhielt. Wie diese Maschine beschaffen war, wissen wir nicht. Erst nach 100 Jahren fand man die auf maschinelle Weise geschriebenen Blindenbriefe im Staatsarchiv zu Reggio auf[7].

Die Schreibmaschine für sichtbare Schrift wird im allgemeinen für eine deutsch-amerikanische Erfindung gehalten. Doch einer der unglücklichsten deutschen Erfinder, Karl Friedrich Ludwig Freiherr Drais von Sauerbronn, der Vater des Fahrrades, ist der Erfinder der heutigen Tastenschreibmaschine[8].

Baron von Drais, der für sein 1817 erfundenes Fahrrad infolge des geringen Verkehrsbedürfnisses und der schlechten Wege der damaligen Zeit bei seinen Mannheimer Mitbürgern kein Verständnis fand, verlegte sich systematisch aufs Erfinden. Unter den Ideen, die in schneller Folge bei ihm hervorsprudelten, findet sich

auch, spätestens 1829, die erste bisher bekannt gewordene Idee einer Tastenschreibmaschine. Mit der gleichen Vehemenz wie beim Fahrrad stürzte sich Drais auf die Verwirklichung seines neuen Gedankens. 1832 muß seine Maschine so weit vollendet gewesen sein, daß er sie der Mitwelt zum Kauf anbot. Vorher hatte er sich eine Reihe von Gutachten über die Brauchbarkeit seiner Schreibmaschine verschafft. Besonders war es der Heidelberger Mathematiker von Langsdorf, der sich dahin günstig ausgesprochen hatte, „die Maschine sei wegen der Wichtigkeit des Zweckes der größten Aufmerksamkeit wert". Über den inneren Mechanismus der Draisschen „Schnellschreibmaschine" gaben drei Experten des Mannheimer Oberhof-Gerichts am 1. Juli 1833 ein Gutachten ab, er beruhe „auf einer sehr sinnreichen, einfachen und dauerhaften Konstruktion und läßt keinen Zweifel darüber, daß er die berührten Tasten genau und vollständig in dem auf der Walze aufgewundenen Papierstreifen eindrücke".

Drais wollte seine Erfindung sofort der Öffentlichkeit preisgeben. Er lebte ja stets in dem kindlichen Glauben, daß die Welt seine Erfindungen doch einst reich belohnen würde, auch wenn er keine Patente darauf nähme. Nur in seiner engeren Heimat Baden bat er sich später ein Privileg aus. Dagegen schickte er an die Redaktion des Londoner „Deutsch-englischen Anzeigers" eine Beschreibung seiner Maschine, die in der Nummer vom 27. Juli 1832 abgedruckt wurde, und von dort in das berühmte „Mechanics Magazine" überging. Es braucht uns also nicht zu wundern, daß aus den Ländern englischer Zunge bald eine ganze Reihe von Schreibmaschinenprojekten bekannt wurden.

Am 8. Dezember 1834 wendete sich von Drais in einer Eingabe an das badische Ministerium des Innern, „beifolgend beschriebene Erfindung einer Schnellschreibmaschine rücksichtlich des Nutzens" prüfen zu lassen und „die Erlernung in Schulen zu erlauben". Den Akten, die mir aus dem General-Landesarchiv in Karlsruhe vorliegen, sind zwei Prospekte eingeheftet, die, nach den darin erwähnten Daten zu schließen, gegen Ende des Jahres 1832 und 1833 entstanden sein müssen. In ihnen legt der Erfinder eindringlich und klar die Bedeutung der Schreibmaschine fest. Das Ministerium aber hatte wenig Verständnis für den Nutzen einer solchen Erfindung. In Karlsruhe sah man schon seit langem in Drais nur einen lästigen Menschen, der sich und die Behörden mit seinen Erfindungen plagte. Eine Patentgesetzgebung hatte Baden nicht, und deshalb mußte jede Eingabe eines Erfinders von dem Ministerium als ein Eingriff in die geheiligte Stille des Bureaukratismus empfunden werden. Ohne den Wert der Erfindung zu prüfen oder von einem Techniker prüfen zu lassen, wies das Ministerium nach 15 Tagen den Antrag kurzerhand ab; man könne nicht darauf eingehen, und „überhaupt jede neue Erfindung, wenn sie sich in der Erfahrung erprobe, empfehle sich eben dadurch von

selbst". Wieder einmal war die Hoffnung des Barons durch die ihm verhaßten Bureaukraten vernichtet. In England hingegen, wo es seit 1623, also seit über 200 Jahren, ein Patentgesetz gab, fand die Schreibmaschine Schutz, und viele Fabrikanten bemühten sich, sie jahrzehntelang zu vervollkommnen.

Interessant ist es, daß von Drais außer einer Tastenschreibmaschine für 25 Buchstaben auch eine solche mit nur 16 Zeichen empfahl, denn er wollte eine phonetische Schnellschrift schreiben, bei der z. B. statt t ein d, statt p ein b angeschlagen wurde. Vielleicht verfolgte Drais die Bestrebungen des verstorbenen Mannheimer Hofkaplans Hemmer, der sich außerordentlich um eine deutsche phonetische Rechtschreibung bemüht und auch Klopstocks Beifall geerntet hatte. Die Leistung seiner Schreibmaschine gab Drais auf 1000 Zeichen in der Minute an, eine Leistung, die heute noch als beachtenswert bezeichnet werden muß. Der Preis einer Maschine sollte 100 Gulden betragen, das wäre nach unserem Gelde 171 Mark, ein wohlfeiler Preis, den wir heute für gute Maschinen noch nicht erreicht haben.

Kurz nach von Drais brachte der Amerikaner A. Burth eine Schreibmaschine in den Handel, die er „Typographer" nannte[9]). Die Buchstaben saßen bei dieser Maschine an den Enden von Hebeln, die durch Tasten niedergedrückt wurden. Das beschriebene Papier mußte jedoch mit der Hand fortbewegt werden, und dadurch wurde die Schrift ungenau und das Schreiben ging nur langsam vonstatten. Ebensowenig wie diese Maschine von Burth führten sich zwei Schreibmaschinen ein, deren eine, von dem dänischen Pastor Malling Hansen, die andere von dem Österreicher Peter Mitterhofer. Malling Hansens sogenannte Schreibkugel für Blinde erregte 1860 auf der Kopenhagener Industrieausstellung großes Aufsehen, und wahrscheinlich hatte der österreichische Erfinder von seinem dänischen Kollegen gehört. Das Schicksal des Österreichers ist interessant genug, hier erzählt zu werden. Mitterhofer war der Sohn eines Tischlers in Partschins, er besuchte die Volksschule und ging als Zimmermann auf die Wanderschaft. Nebenbei aber war er Musikant, Sänger, Bauchredner und Dichter. Die Geschichte seiner Schreibmaschine hat er in folgenden Versen besungen[10]):

Schreibmaschinen danken rechtig
Ihren Ursprung in Meran.
Achtzehnhundert vier und sechzig
Sann sie da ein Zimmermann
Pflege schuf ihm ein Dekan.

Denn, als er von Meran wieder
Nach Partschins zur Heimat kam,
War seine Arbeit nicht wie früher,
Er fing Schreibmaschinen an;
Doch die erste ihm mißlang.

Und die zweite ließ schon hoffen,
Daß die Sache eh'stens geht;
Aber Peter Mitterhofer
Hat beisammen erst ein Gfrött
Und seine Kasse schon beim Zett.

Achtzehnhundert sechs und sechzig
Nimmt er nun die Schreibmaschin'
Auf sein' Rücken, geht bedächtig,
Hilfe ahnend bis nach Wien;
Richtig fand er selbe drin.

Dort bekam zweihundert Gulden
Er vom Staat als Subvention,
Weil er hat zuerst erfunden
Diese Schreibmaschine schon,
Freudig nahm er diesen Lohn.

Eilte heim und machte wieder
Ein' komplette Schreibmaschin',
Klein' und große Buchstab', Ziffern,
Unterscheidungszeichen drin;
Tragt auch diese bis nach Wien.

Weil er einsah, daß Maschinen,
Die die Schrift nur einfach zeigen,
Für die Praktik gar nicht dienen,
Sann er höher sie zu treiben,
Einfach will ihn nicht mehr freuen.

Darum bot er sie als Kunststück
Zum Verkauf für jedes Geld,
Kaufen für die Polytechnik
Läßt sie der Kaiser, und er erhält
Hundertfünfzig Gulden Geld.

Im Wiener Handels-Ministerium fanden sich auch tatsächlich die Akten über Mitterhofers Erfindung vor, und es ließ sich auch feststellen, daß am 25. Januar 1867 vom Wiener Polytechnikum ein Gutachten über die Maschine Mitterhofers abgegeben worden war. Interessant ist es, darin zu lesen, daß man damals einer Schreibmaschine nicht höhere Geschwindigkeit zutraute, als einem Schreiber mit der Feder. Es heißt dort: „Der in Rede stehende Schreibapparat enthält eine Anzahl Tasten, durch deren Niederdrücken eingeschwärzte Lettern gehoben und gegen ein um eine sich regelmäßig bewegende Walze gewickeltes Papier angedrückt werden, so daß das zu Schreibende unmittelbar in Druckschrift erscheint. Zur Beurteilung des Wertes und der praktischen Verwendbarkeit dieser Erfindung müssen die Unterzeichneten bemerken, daß eine eigentliche Anwendung dieses Apparates nicht wohl zu erwarten stehe, indem zur Behandlung desselben, selbst wenn mit

sehr gemäßigter Geschwindigkeit gearbeitet werden soll, eine nicht geringe und fortgesetzte Übung erforderlich ist und selbst bei ausgebildeter Fertigkeit niemals dieselbe Geschwindigkeit und Sicherheit, wie beim gewöhnlichen Schreiben erreicht werden dürfte."

Mitterhofer besaß nicht die Mittel, um seine Erfindung auszubeuten. Am 27. August 1893 starb er in ärmlichen Verhältnissen in seiner Heimat. Seine Schreibmaschine, die Abbildung 208 zeigt, diente jahrelang den Kindern im Hause als Spielzeug. Sie wurde

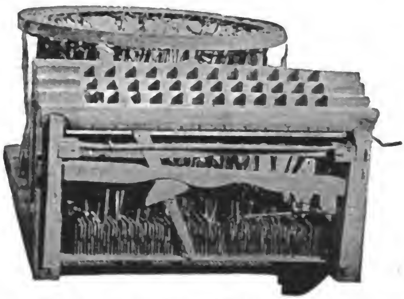


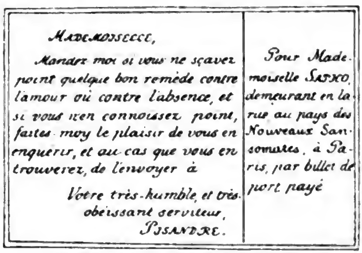
Abb. 208. Trümmer der Schreibmaschine von Mitterhofer, 1864.

dadurch aller Tasten beraubt und erst kürzlich vor dem weiteren Untergang gerettet.

Im Jahre 1867 nahm Latham Sholes, Buchdrucker in Milwaukee, in Verbindung mit Soulé und Glidden die Herstellung einer Schreibmaschine auf, in der die Typenstangen ebenso im Kreise angeordnet waren, wie Mitterhofer es schon früher getan hatte. Die Amerikaner hatten mit ihrer Konstruktion einen durchschlagenden Erfolg und übertrugen die Fabrikation der Maschinen im Jahre 1873 der Waffenfabrik von C. E. Remington and Sons in Ilion. Unter dem Namen Remington, der als Erfinder gar nichts mit der Schreibmaschine zu tun hat, führte sich die Maschine bald in allen Ländern ein.

Briefe und Postkarten.

Freimarke und Postkarte, wie wir sie am Schalter kaufen, die bedruckte Postkarte des Geschäftsmannes und die Bilder- und Ansichtspostkarte sind etwas so Alltägliches, daß man sich wohl wundert, hier eine umständliche Geschichte darüber zu finden. Und doch sind sie nur unter großen Schwierigkeiten aufgekommen, haben aber mit Gewalt die Schranken durchbrochen und sind zum volkstümlichsten Verkehrsmittel geworden.



Mademoiselle,

Mandez moi si vous ne sçavez
point quelque bon remède contre
l'amour où contre l'absence, et
si vous n'en connoissez point,
faites-moy le plaisir de vous en
enquerir, et au cas que vous en
trouverez, de l'envoyer à

Votre très-humble, et très-
obeissant serviteur,
Pisandre.

Pour Made-
moiselle Sapho,
demeurant en la
rue au pays des
Nouveaux San-
somates, à Pa-
ris, par billet de
port payé

Abb. 209. Pariser Postbillett von 1653.

Im Jahre 1653 errichtete der Staatsrat le Vélayer zu Paris eine Postanstalt für den inneren städtischen Verkehr. Er errichtete Briefkästen und verkaufte „Billets de port payé", d. h. Billette mit bezahltem Porto. Diese Billette kann man als Vorläufer unserer Postkarten betrachten. Erhalten hat sich von ihnen nur ein einziges im Besitz eines Pariser Sammlers (Abb. 209)[1]).

Als sich das Postwesen im 19. Jahrhundert in Preußen unter Leitung des genialen Heinrich Stephan zu einer Musteranstalt emporschwang, wurde versucht, die Postkarte einzuführen. Stephan legte der im Jahre 1865 in Karlsruhe tagenden Postkonferenz am 30. November ein solches „Postblatt" zuerst vor. Leider machten sich gegen die Einführung der Neuerung Bedenken geltend, und der Vorschlag kam nicht zur Ausführung. Über drei Jahre ruhte dann der Vorschlag, bis Dr. Immanuel Herrmann ihn am 26. Januar 1869 wieder in etwas veränderter Form in der in Wien erscheinenden

„Neuen Freien Presse“ aufleben ließ. Man hatte nämlich befürchtet, die Ausbreitung der Postkarte würde eine Verringerung des Briefverkehrs zur Folge haben. Herrmann schlug deshalb vor, die darauf gültige Zahl der Worte auf 20 zu beschränken. Die Öffentlichkeit nahm sich seines Vorschlags an und ließ die Vorteile der Postkarte so sehr ins Licht treten, daß die österreichische Postverwaltung bereits am 22. September 1869 die Ausgabe von „Correspondenz-Karten“ verfügte und neun Tage später die ersten ausgab. Dem Herrmannschen Vorschlag auf Beschränkung der Wortzahl war sie aber nicht gefolgt, sondern hatte die alten Vorschläge von Stephan zur Ausführung gebracht. In Deutschland, vielmehr im damaligen norddeutschen Postgebiet, wurden die ersten Korrespondenzkarten am 25. Juni 1870 ausgegeben. Die Nachfrage war eine so ungeheure, daß in Berlin allein am ersten Tag 45468 Stück an den Schaltern verkauft wurden [2]).



Abb. 210. Die erste Postkarte mit Bild, 1870.

Die Bilderpostkarte, die heute eine so große Rolle spielt, hat gleichfalls eine sehr lange Vergangenheit, denn schon im Jahre 1777 liest man im Pariser Post-Almanach: „Man schickt einander durch die Post, als Höflichkeitsausdruck oder als Glückwunsch, über die verschiedensten Gegenstände gestochene — auch oft mit Bemerkungen versehene — Karten, die offen, jedem sichtbar befördert werden. Man hat viel über diese Neuerung geredet, die die Erfindung des Kupferstechers des Maisons ist.“ Später hat man nichts mehr von dieser Art gehört.

Als am 16. Juli 1870 die Mobilmachung gegen Frankreich erklärt worden war, schrieb der Oldenburger Hofbuchhändler August Schwartz seinen Schwiegereltern, die sich in Marienbad zur Kur befanden, schnell eine Nachricht auf einer der vor vierzehn Tagen eingeführten Postkarten. Um den Kriegszustand anzudeuten, druckte Schwartz ein in seiner Druckerei vorhandenes Artillerie-Bildchen in die eine Ecke der Karte (Abb. 210). Auf die Rückseite aber schrieb er einen launigen Vers. Noch während des Krieges kamen Serien

von Bilderkarten in den Handel. Ansichten eines Ortes oder einer Sehenswürdigkeit sind in diesen Bildern nicht vorhanden. Sicherlich ging jedoch die Ansichtspostkarte aus diesen Bilderpostkarten hervor [3]).

Die älteste bisher bekannt gewordene Ansichtspostkarte wurde im Jahre 1872 von F. Rohrich in Kupfer gestochen. Sie zeigt Nürnberg vom Mohrentor aus, ferner das Nürnberger Doppelwappen und 10 kleine Bildchen berühmter Nürnberger. Die zweitälteste Ansichtspostkarte, die man kennt, wurde am 13. August 1874 in Kösen zur Post gegeben. Sie trägt auf der Rückseite eine hübsche Ansicht der Rudelsburg, dem Ort „zum Schwärmen und zum Trinken". Die Postbehörden waren anfänglich der Einführung der Ansichtspostkarte nicht geneigt. Als 1881 Eugen Fenner-Matter aus Basel die erste schweizerische Postkarte, eine Ansicht von Basel vom Rheine aus, einzuführen versuchte, stieß er z. B. bei der französischen Post noch auf heftigen Widerspruch [4]).

Heute ist die Ansichtspostkarte ein riesiger Massenartikel geworden. Natürlich hat sie, wie alles, ihre Freunde und ihre Feinde. Schon vor mehreren Jahren hielt der Rektor der Universität Bonn seine Antrittsrede über die Ansichtspostkarte. Seitdem sich große Kunstanstalten mit der Herstellung guter Karten beschäftigen, kann man Ansichten und Bilder berühmter Persönlichkeiten in wirklich vollendeter Ausführung zu billigen Preisen erhalten. Deshalb ist die Ansichtspostkarte als Bildungsmittel nicht geringer anzuschlagen, als die illustrierte Zeitschrift und das illustrierte Buch. Sicherlich ist sie ein ganz vorzüglicher Gradmesser für den Geschmack desjenigen, der sie uns schickt.

Allgemein liest man, und es wird auch noch von allen Sammlern geglaubt, die Freimarke sei eine Erfindung des englischen Generalpostmeisters Hill aus dem Jahre 1840.

Tatsächlich ist auch sie weit älter.

Schon die Portobillette vom Jahre 1653, von denen wir vorhin hörten, müssen als Vorläufer der Freimarken, im Sinne unserer heutigen Streifbänder, gelten. Gestempelte Viertelbogen zu 15, 25 und 50 Centesimi, zum Einschlagen der Briefe, gab das Königreich Sardinien im Jahre 1819 zuerst aus. Bis zum Jahre 1836 blieb dies Wertzeichen (Abb. 211) im Gebrauch. Sicherlich sind also die englischen Freimarken durch diese sardinischen Wertzeichen veranlaßt worden, denn schon im Jahre 1835, also noch während des Bestehens der sardinischen Marke, schlug der englische Publizist Charles Knight für den Zeitungsversand Umschläge mit einem Taxstempel von 1 Penny vor. Der Generalpostmeister Hill sagt in seiner Selbstbiographie, daß er „diese ausgezeichnete Idee aufnahm". Hill schlug deshalb vor, man möge gestempelte Umschläge zur Beförderung der Zeitungen gegen denjenigen Betrag an das Publikum verkaufen lassen, der die Posttaxe darstelle. Später schreibt Hill in seiner Biographie: „Der einzige Einwand, den man mir gegen

die allgemeine Annahme dieses Systems machte, war folgender. Personen, welche mit dem Schreiben von Briefen nicht recht Bescheid wissen, würden in Verlegenheit geraten, wie sie die Sache anfassen sollen. Sie würden vielleicht ihre Briefe zur Post schicken oder selbst dahin tragen, ohne daß sie einen gestempelten Briefumschlag verwendet haben. Es ist nun richtig, daß bei Vorzeigung des Briefes der Annahmebeamte, anstatt das Geld als Portogebühr anzunehmen, dafür einen Briefumschlag verabfolgen wird, in welchem der Aufgeber seinen Brief einschlagen, und denselben sodann wieder adressieren könnte; aber der Aufgeber wird vielleicht manchmal des Schreibens unkundig sein. Diese Schwierigkeit könnte umgangen werden, wenn man außerdem kleine Billette verkaufte, nur groß genug, um den Stempel zu enthalten, auf der Rückseite mit Klebstoff versehen, welche der Aufgeber des Briefes lediglich anzufeuchten und auf die Rückseite des Briefes anzukleben hätte."

Wahrscheinlich stammt diese Idee aber nicht von Hill, sondern von dem Buchhändler James Chalmers aus Dundee, der im Jahre 1837 dem englischen Schatzamt einen in allen Einzelheiten ausgearbeiteten Vorschlag zur Verwendung gummierter Briefmarken für die Frankierung vorlegte und auch Probestücke der Marken beifügte. Ein großes Verdienst von Hill ist es dagegen, daß er damals das einheitliche Porto, unter Aufhebung aller Zonentarife, für England durchsetzte. Nur dadurch war die Einführung der Freimarke möglich, denn kein Mensch konnte sich ohne Hilfe eines Postbeamten durch die komplizierten Zonentarife richtig hindurchfinden. Nach der Einführung des Einheitsportos für England im Jahre 1839 setzte Hill im folgenden Jahre die Einführung gestempelter Briefumschläge zu 1 Penny in Schwarzdruck und 2 Pence in Blaudruck durch. Die Entwürfe zu diesen Wertzeichen stammten von dem Londoner Maler Mulready. Noch im gleichen Jahre wurden statt der Briefumschläge lose Freimarken mit dem Bild der Königin Viktoria ausgegeben. Die übrigen Länder folgten nicht so schnell; 1843 Brasilien, 1844 Genf, 1845 Finnland, 1846 die Vereinigten Staaten von Nordamerika, 1848 Rußland. Österreich und die größeren deutschen Staaten folgten erst 1849 und 1850.



Abb. 211. Sardinische Freimarke, 1819.

Selbst in England waren im letztgenannten Jahre erst die Hälfte aller Briefe mit Freimarken frankiert. Von der übrigen Hälfte wurde noch der weitaus größte Teil gegen Barzahlung auf der Post abgegeben. Einige Prozent schickte man der Bequemlichkeit halber noch unfrankiert, so daß der Empfänger das Porto zu tragen hatte. Eine große Bequemlichkeit für die Benutzung der Briefmarken erfand 1852 Archer, nämlich die Durchlochung der ganzen Briefmarkenbogen in der noch heute üblichen Art, so daß sich die einzelnen Marken bequem abtrennen ließen[5].

Bekanntlich falten noch heute viele Behörden ihre großen Briefbogen zusammen, verschließen sie durch ein Siegel oder eine Oblate und schreiben die Adresse außen auf die entstandene Postsendung. Früher war das die allgemein übliche Art. Erst der Papierhändler Brewer in Brighton verfertigte um 1820 mit Hilfe von Blechschablonen Briefumschläge, in die man die Briefe hineinstecken konnte. Da die Ware Absatz fand, gab er die Herstellung an die Firma Dobbs & Co. in London ab, durch die die Herstellung von Briefkuverten im großen unternommen wurde. Wieder war es der schon genannte englische Postmeister Hill, der sich um die Einführung dieser Kuverte bemühte, besonders nachdem de la Rue 1845 die erste Maschine zur Herstellung solcher Briefumschläge erfunden hatte. Übrigens wurden noch später, und zwar in Frankreich und Österreich, besondere Patente auf die doch schon alten Briefumschläge erteilt. So erhielt am 8. Januar 1851 Michel Roch zu Paris ein Patent auf Briefumschläge („enveloppes"), und am 18. August des folgenden Jahres bekam Adam Grünberg in Wien ein Privilegium auf die Erfindung, Briefkuverte und allerlei Umschläge zu öffentlichen Ankündigungen zu benutzen.

Es wären nun noch einige Worte über den Briefstempel zu sagen, zumal er und auch die anscheinend moderne Briefstempelmaschine ein sehr hohes Alter haben. Den Aufgabestempel der Briefe führte Henry Bishop, Generalpächter des englischen Postwesens, bereits vor über 200 Jahren, nämlich im Jahre 1661, zuerst ein. Und schon im Jahre 1826 erfand Wake zu Worksop in England eine Maschine zum Ersatz des Handstempelns der Briefe. Ein gewandter Handstempler konnte etwa 80 Briefe in der Minute stempeln, hingegen brachte es die Maschine in dieser Zeit auf 250 Stempelungen. Auch der Deutsche Robert Hinrichsen bemühte sich im Jahre 1866 um die Einführung einer Briefstempelmaschine in Hamburg. Doch erst die von Haller & Löffelhardt fünfzehn Jahre später vervollkommnete Maschine konnte in der Minute 400 Briefe mit dem Ankunftsstempel versehen. Den Aufgabestempel druckte man, wegen der verschiedenartigen Stellung der Briefmarke noch mit der Hand auf. Erst der Amerikaner Brooks-Young führte drei Jahre später (1884) eine geeignete Briefstempelmaschine zum Bedrucken der Freimarke mit dem Aufgabestempel ein. Es ist das jene Maschine, die den bekannten runden Tagesstempel und den fahnenartig dargestellten Entwertungsstempel aufdruckt.

Wenn wir schließlich noch das kleine, nebenstehende Bildchen betrachten, sehen wir auch, daß der Briefkasten eine ziemlich alte Sache ist. Schon in der morgenländischen Reisebeschreibung des Johann Albrecht von Mandelslo, der im Jahre 1633 eine Reise nach Persien machte, findet sich die Nachricht, daß man am Kap der guten Hoffnung und auf St. Helena die Briefe „am Hafen an einen gewissen Ort und Stein" lege, von wo die holländischen Schiffe die Sendungen gelegentlich mitnehmen. Mit der Pariser

Stadtpost, von der wir zu Anfang hörten, kamen auch im Jahre 1653 in Paris die Briefkasten auf. Wann in Deutschland die ersten Briefkästen angebracht wurden, weiß man nicht. Wie unser Bildchen (Abb. 212) zeigt, war der Briefkasten ums Jahr 1698 in Deutschland schon eingeführt[6]). In Berlin war es aber noch ein Ereignis, als 1766 der erste Postbriefkasten „zur Gemüthlichkeit der Correspon-



Abb. 212. Der Briefkasten im Jahre 1698.

denten“ am Posthause angebracht wurde. Ja, im Hannoverschen Volksblatt beschwert sich 1840 ein durchreisender Sachse darüber, daß Hannover keine Briefkästen habe. Bald erfolgte aber die Antwort darauf, daß das Nichtvorhandensein der Briefkästen nur als Vorteil betrachtet werden müsse, denn den anonymen Briefschreibern, die so gern „mit ganz vertract spitzfindigen, höhnischen oder gar beleidigenden Redensarten“ die Leute belästigten, wäre ihr Handwerk bei Vorhandensein der Briefkästen erleichtert.

Taubenpost.

Die große Geschwindigkeit, die Heimatliebe und die Fähigkeit, sich selbst auf Entfernungen von über 600 km wieder zum Nest zurückzufinden, macht die Taube unter allen Vögeln am meisten für den Postdienst geeignet.

Schon David rühmt im 55. Psalm die Schnelligkeit der Taube mit den Worten: „O, hätte ich Flügel wie Tauben, daß ich flöge und etwa bliebe! Siehe, so wollte ich mich fern wegmachen, und in der Wüste bleiben, Sela. Ich wollte eilen, daß ich entrönne vor dem Sturmwind und Wetter." Daß die Israeliten die Taube für Botendienste verwendeten, wissen wir aus einer Stelle des jüdischen Gesetzes, wo von denjenigen gesprochen wird, die Tauben abrichten, „um sie zum Fliegen zu verwenden".

Die erste direkte Erwähnung von Brieftauben haben wir allerdings erst ein halbes Jahrtausend nach Davids Lebzeiten, nämlich um 500 v. Chr., in der neunten Ode des griechischen Dichters Anakreon, der eine Taube mit den Worten einführt[1]):

„. . . . dem Anakreon
Ich dienend angehöre.
Ihm muß, wie du siehst, ich jetzt
Die Briefchen der Liebe tragen;
Doch bald, hört' jüngst ich ihn sagen,
Würd' ich in Freiheit gesetzt."

Aber nicht nur als Liebesbote, auch bei den Kampfspielen und im Kriege bediente man sich schon im Altertum der Brieftauben und anderer Vögel[2]). Auch wissen wir von den alten Ägyptern, daß sie ihren Familien die bevorstehende Ankunft durch Tauben meldeten, sobald sie sich der Küste näherten. Bei der Belagerung von Mutina durch Decimus Junius Brutus im Jahre 44 v. Chr. wurde eine regelrechte Taubenpost eingerichtet, um die Kriegsnachrichten nach der Heimat zu befördern. Und Älian der Sophist erzählt uns zu Anfang des 3. Jahrhunderts nach Christus, daß sich der Vater des Taurosthenes die Nachricht vom Siege seines Sohnes in den olympischen Spielen noch am gleichen Tage durch eine Taube mitteilen ließ. Sobald dem Sohn der Sieg zuerkannt worden war, band er der Taube ein Purpurläppchen um, das sie

noch vor der Nacht bis nach Ägina trug und so dort den Sieg verkündete.

Terentius Varro, der römische Klassiker der Landwirtschaft, berichtet im 4. Jahrzehnt vor Christus über die Tauben[3]): „Sie pflegen an ihren vorigen Ort stets zurückzukehren. Dieses bemerkt man auch auf dem Kampfspielplatz, wo viele ihre Tauben aus dem Busen fliegen lassen, die sofort nach Hause zurückkehren; man würde sie gewiß nicht fortfliegen lassen, wenn man nicht schon öfters sich davon überzeugt hätte, daß sie sich jedesmal richtig nach Hause zurückfinden."

Am eingehendsten berichtet der ältere Plinius in seiner Naturgeschichte über die Verwendung der Tauben und Schwalben, um Briefe zu tragen[4]). Er erzählt, daß man den Schwalben, die man auf Reisen mitnahm, die Schwänze mit verschiedenerlei Farbe färbe, so daß die Farbe einer vereinbarten Nachricht entspräche. Hierauf ließ man die Schwalben los, die ihre Nester wieder aufsuchten und dadurch sichere Nachrichten in die Heimat brächten.

In der römischen Kaiserzeit wurde zu Anfang des 4. Jahrhunderts durch Kaiser Cajus Valerius Diocletianus eine regelrechte Taubenpost eingerichtet. Doch scheint der Versuch keinen dauernden Erfolg gehabt zu haben, denn man hört nirgendwo, daß die Tiere einen Dienst geleistet hätten. Hingegen wissen wir, daß sich die römischen Bürger der Kaiserzeit häufig der Brieftauben zur Übermittlung von Nachrichten bedienten.

Außer Tauben und Schwalben werden auch Krähen und Wiedehopfe als Botenvögel verwendet. Erstere erwähnt Älian[5]), letztere der Koran, das heilige Buch der Mohammedaner, und zwar in einer Erzählung über den weisen Salomo. Salomo besichtigte einst die Vögel, und dabei zeigte sich, daß der Wiedehopf nicht anwesend war. Verspätet traf er noch ein und berichtete dem König, daß er mit sicheren Nachrichten von dem fernen Susa gekommen sei. Dort habe er eine Frau auf dem Königsthron getroffen, die ein großes Volk ihr eigen nenne. Sie bete jedoch samt ihrem Volk außer dem alleinigen Gott auch noch das Tagesgestirn, die Sonne, an. Das wollte Salomo nicht glauben, und er dachte, den Vogel auf die Probe zu stellen, indem er ihm befahl: „Gehe hin mit diesem meinen Brief, wirf ihn hin vor ihnen, gehe dann zur Seite und sieh zu, was sie mir zu antworten haben." Der Wiedehopf tat, wie ihm befohlen, und trug den Brief nach Susa und berichtete dem König, wie jene ferne Königin den Inhalt des Briefes ihren Getreuen vorgelesen habe.

Man scheint die Verwendung der Vogelposten im Mittelalter vergessen zu haben, denn während des ersten Kreuzzuges werden vor Aleppo zwischen Rodvan und dem Herzog von Lothringen im Jahre 1098 Nachrichten durch Tauben übermittelt. Noch zu Anfang des 18. Jahrhunderts bestand zwischen Aleppo und Scanderona eine jahrhundertealte Taubenpost, und zwischen Bagdad

und Bassora ist noch heute eine tägliche Taubenpost im Gange. Wahrscheinlich gehen diese mohammedanischen Vogelposten auf Sultan Almelik aladel Nureddin Mahmud zurück, der in seinem Reich, besonders zwischen Bagdad und Ägypten, im Jahre 1171 eine umfangreiche Brieftaubenpost anlegte. Die Briefe wurden den Tauben unter die Flügel gebunden und waren mit Ort, Tag und Stunde des Abflugs gezeichnet. Alle Briefe wurden, für den Fall eines Unglücks, durch zwei Tauben fortgeschickt. Jede Station besaß ihre besonderen Taubenhäuser, die einem besonderen militärischen Direktor unterstanden. Man hat jüngst noch Verzeichnisse und Briefe dieser alten Taubenstationen aufgefunden.

Die älteste bisher bekannte bildliche Darstellung von Brieftauben findet sich in der im Jahre 1488 zu Straßburg erschienenen Ausgabe der schwindelhaften Reisebeschreibung des Johann von Mandeville. Mandeville starb im Jahre 1372, doch erst lange nach seinem Tode erschien sein Buch, dem wir die beiden Abbildungen 213 und 214 entnehmen. Einmal sehen wir die Brieftauben aus einer Stadt auffliegen. Sie halten große, mit Siegeln versehene Schreiben im Schnabel. Das andere Mal hängen ihnen die Briefe an Schnüren um den Hals. Doch es ist nicht anzunehmen, daß man auch nur die letztere Art damals angewandt hätte, denn eine Taube wäre durch ein umhängendes Briefchen im Fluge behindert worden. Man kittete die zusammengerollten Briefe vielmehr an eine der großen Schwungfedern an.



Abb. 213. Taubenpost, 1488.

Im Jahre 1572 wurden die Brieftauben auch im mittleren Europa bekannt. Graf Wilhelm I. von Nassau-Oranien bediente sich ihrer damals, als er von Herzog Alba in Harlem arg bedrängt wurde.

Eine eigenartige Verwendung machte man später im Seewesen von den Brieftauben. Le Vaillant berichtet, daß man, als er sich am 14. Juli 1784 von Afrika aus mit vier anderen Schiffen eingeschifft hatte, um nach Europa zurückzukehren, Meerschwalben oder Möwen, die sich ermattet auf die Segelstangen gesetzt hatten, einfing. Man band ihnen nun kleine Briefe an die Füße und scheuchte sie durch Schreien und Klatschen vom Schiff weg, so daß sie genötigt waren, zu einem der anderen Schiffe zu fliegen. Dort wurden sie durch Mannschaften aufs neue gefangen und später wiederum mit Nachrichten zu einem anderen Schiffe zurückgejagt[6]).

Im deutsch-französischen Kriege bildeten die Brieftauben das einzige Mittel, um Nachrichten in das belagerte Paris gelangen

zu lassen [1]). Die Tauben waren von den 64 Luftballons, die Paris während der Belagerung verlassen hatten, mitgenommen worden, und sie bewährten sich unter den schwierigsten Verhältnissen, wo jede Verbindung mit der Hauptstadt unterbrochen war, vorzüglich. Während der Einschließung von Paris wurden etwa 115000 Depeschen durch Brieftauben befördert. Und von den auf diese Weise übermittelten Depeschen sind mehr als 60000 in Paris angekommen. Da alle Depeschen, der Sicherheit halber, in mehreren Exemplaren durch verschiedene Tauben befördert wurden, so war die tatsächliche Anzahl der ausgefertigten und abgeschickten Depeschen eine viel höhere; sie erreichte während der drei Wintermonate im Jahre 1870 die enorme Summe von 2500000 Depeschen.

Die Brieftauben, von ihrem Schlage und von ihrer Brut einmal entfernt, finden selbst auf sehr weite Entfernungen und in erstaunlich kurzer Zeit ihren Weg wieder zurück. Die Fluggeschwindigkeit dieser Tauben ist gewöhnlich 1000 bis 1200 m in der Minute, wobei jedoch die Stärke der zu überwindenden Luftströmung mehr oder weniger hinderlich einwirkt.



Abb. 214. Brieftauben, 1488.

Ein sonderbarer, bis jetzt nicht erklärter Umstand hat auf die Zuverlässigkeit der Brieftauben einen wesentlichen Einfluß; sie verlieren bei anhaltendem Frost, und namentlich wenn das Land mit Schnee bedeckt ist, die Fähigkeit, ihren Weg zurückzufinden. Dieser Umstand ist in dem ungewöhnlich kalten Winter 1870 bis 1871 ein besonders ungünstiger Faktor für den Erfolg der französischen Brieftaubenpost gewesen und erklärt das Nichtanlangen eines so großen Prozentsatzes abgeschickter Depeschen.

Zwischen Tours und Paris, und später zwischen Paris und Bordeaux, war während der Belagerung von Paris eine Briefbeförderung hergestellt, an welcher das Publikum gegen Zahlung von 0,50 Franken für ein Wort unbeschränkten Anteil nehmen konnte, die nur durch Nebel, Frost und Schnee in ihrer Regelmäßigkeit gestört wurde. Eine der ersten und wichtigsten in Paris angekommenen Depeschen wurde von einer Taube am 10. Oktober 1870 zurückgebracht, die mit dem Ballon L'Armand-Barbès, zugleich mit Gambetta, Paris verlassen hatte und den Verteidigern von Paris anzeigte, daß der mit unbeschränkter Gewalt ausgerüstete

Diktator in der Provinz Somme glücklich angelangt sei, um im Namen der Regierung in Tours den Widerstand in der Provinz zu organisieren.

Um jedoch die Tauben nicht durch übergroßes Gewicht zu belasten und sie im Fluge so wenig als möglich zu hemmen, war es notwendig, das Gewicht der Depeschen auf ein Minimum zu reduzieren und doch zugleich eine möglichst große Masse Schrift zu befördern.

Die eiserne Notwendigkeit der Verhältnisse führte zur Erfindung einer sehr geistreichen Methode, um diese schwierige und sich widersprechende Aufgabe zu lösen. Die ersten von Tours nach Paris geschickten Taubenpost-Depeschen wurden im Manuskript befördert; sehr bald jedoch wurden die Depeschen photographisch in kleineren Dimensionen wiedergegeben. Auch diese Methode wurde bald aufgegeben und anstatt die Manuskripte zu photographieren, hat man dieselben erst auf einem gemeinsamen Papierbogen abgedruckt, und dieser gedruckte Bogen, der 240 Depeschen von je 15 Worten enthielt, wurde sodann nach einem von M. Dagron angegebenen Verfahren photographisch wiedergegeben und zugleich derartig verkleinert, daß der ganze Bogen nur die geringe Ausdehnung von 3 cm Breite und 5 cm Länge besaß und ein Gewicht von nicht mehr als $^1/_2$ dg. Eine jede Taube trug in einem Federkiele 20 solcher Bogen, die zusammen 1 g wogen. Über 60000 Depeschen sind auf diese Weise nach Paris geschickt worden. M. Dagron benannte dieses Verkleinerungsverfahren mit dem Namen „Mikrophotographie", er verließ am 12. November 1870 Paris in dem Ballon Le Niepce, um in Tours die Verkleinerung der Depeschen im großen zu betreiben.

Eine fernere Vervollkommnung bestand darin, daß das photographische Papier durch eine sehr dünne, bedeutend leichtere Kollodionhaut ersetzt und somit auf das Minimum gebracht wurde. Das überaus geringe Gewicht dieser Masse gestattete nicht nur, den Bogen zu vergrößern, ohne das Gewicht zu vermehren und somit den Flug der Taube zu beeinträchtigen, sondern es gelang auch noch, eine fernere photographische Verkleinerung auf dem Kollodion auszuführen, so daß auf einer Kollodionhaut von 50 cm Quadrat der Inhalt von 48 Oktavseiten oder 1600 Depeschen von je 15 Worten gleichzeitig wiedergegeben und befördert werden konnte. Die Mikrophotographie wurde zuletzt so weit gebracht, daß eine jede Haut bis 3000 Depeschen fassen konnte und daß eine einzige Taube etwa 18 solcher Häutchen oder 50000 Depeschen, die alle zusammen weniger als 1 g wogen, mit sich führen konnte.

Diese Depeschen, von denen mehrere photographische Abzüge genommen wurden, waren, wie gesagt, in Federkiele eingelegt, die unter dem Schwanze der Tauben befestigt wurden. Sobald die Tauben in ihren Schlägen in Paris ankamen, wurde die Kollodionhaut herausgenommen, aufgewickelt, zwischen zwei Glasplatten sorgfältig aus-

gebreitet und einem Vergrößerungsprozesse unterzogen, der darin bestand, daß die Haut in den Brennpunkt eines durch elektrisches Licht beleuchteten Mikroskopes gestellt wurde. Der Inhalt der Depeschenplatte wurde, ähnlich wie bei einer Laterna magica, auf eine weiße Wand vergrößert wiedergegeben, und sodann die ursprünglich mikroskopische Schrift mit Leichtigkeit von der Wand abgelesen und von einer Anzahl Schreiber schnell kopiert.

Der Taubenpostdienst war in Frankreich der Administration der Telegraphen anvertraut und hat der Pariser Regierung die wertvollsten Dienste geleistet und dieselben zum großen Teil über die Vorgänge in der Provinz unterrichtet erhalten. Allerdings hatte die starke Kälte einen so nachteiligen Einfluß auf die Taubenpost, daß im Januar nur sehr vereinzelt Tauben nach Paris zurückgekehrt sind. Wiewohl durch den Generalpostdirektor M. Rampont der Dienst der Taubenpost den Verhältnissen entsprechend auf das vollkommenste eingerichtet war, und wiewohl fast alle Paris verlassende Ballons eine mehr oder weniger große Anzahl Brieftauben mitnahmen, so kehrten von 358 aus Paris herausgenommenen Brieftauben doch nur 56 wieder nach Paris zurück, und von diesen etwa nur 30 zur richtigen Zeit; viele allerdings kamen noch nach Verlauf von Tagen und Wochen wieder, nachdem der Inhalt ihrer Depeschen wertlos geworden war.

Neuerdings hat die Taube sogar als Photograph Verwendung gefunden[8]). Der Erfinder der Brieftaubenphotographie, Hof-Apotheker Dr. Julius Neubronner in Cronberg im Taunus, stellt mir in liebenswürdiger Weise einen Bericht über die eigenartige Erfindung zur Verfügung: „Zum Photographieren aus der Vogelperspektive bediente man sich bisher der Luftballone, des Drachens und der Rakete. Zu diesen drei Methoden ist jetzt eine vierte gekommen, die Brieftaubenphotographie. Nach jahrzehntelangen Versuchen, die mein Vater mit Brieftauben begonnen hatte, wurde ich durch einen Zufall auf die Möglichkeit photographischer Aufnahmen aufmerksam.

Bereits in der Mitte des vorigen Jahrhunderts hatte mein Vater Brieftauben abgerichtet, daß sie ihm aus den benachbarten Ortschaften des Taunus ärztliche Rezeptkopien zutrugen. Diesen Rezeptverkehr habe ich u. a. auch zwischen meiner Apotheke und der Heilanstalt für Lungenkranke in Falkenstein im Taunus eingerichtet und kam dabei gelegentlich auf den Gedanken, mir auch kleinere Quantitäten in meiner Apotheke nicht vorhandener, neuer oder selten verordneter Mittel per „Giftadler", wie die Brieftaube von den Patienten in der Anstalt genannt wurde, vom Drogisten in dem etwa 15 km entfernten Frankfurt zutragen zu lassen. Die Befestigungsmethode, wie sie mein Vater für den Rezeptverkehr erfunden hatte, belastete das Tier an seiner kräftigsten Stelle, dem Rücken. Für die Rezepte diente ein Köcher, aus einem Handschuhfinger hergestellt, der als Ränzchen um die Flügel angezogen wurde.

Bei einer derartigen Anordnung und Verteilung der Last war vorauszusehen, daß die Brieftaube ein weit größeres Gewicht als bisher (4—10) tragen würde. Ich stellte nun Versuche an, deponierte bei einem Drogisten eine meiner Brieftauben, gab alsdann telephonisch eine Bestellung auf, und die Taube trug mir das Bestellte prompt zu. So angenehm es nun auch für mich war, ein nicht vorhandenes Mittel wenigstens in der augenblicklich nötigen Menge im Zeitraum von einer halben Stunde in Händen zu haben, ein großer praktischer Nutzen war nicht zu erwarten. Weit aussichtsvoller und von allgemeinem Nutzen waren spätere Versuche, die Brieftaube zur Arzneimittelträgerin zu verwenden: Bei Gelegenheit des Nassauischen Städtetages führte ich den anwesenden Vertretern bei einem Spaziergange die Tauben vor, wie sie die von einem der anwesenden Ärzte verordneten Rezepte nach der mehrere Kilometer entfernten Apotheke brachten. Ein Bote auf dem Motorrad übergab mir dann schon nach Verlauf einer Viertelstunde die fertigen Arzneien (1 Glas Diphtherieheilserum in Holz, 30 Chinatropfen und 3 Schachteln mit je 10 Pulvern). Sämtliche Mittel wurden dann auf drei Tauben verteilt, die sie in schnellstem Flug nach der Apotheke zurückbrachten. Es ist klar, daß die Einrichtung von Brieftaubenschlägen Dörfern und kleinen Städten, die keine eigene Apotheke besitzen, von großem Vorteil für die schnelle Arzneibeschaffung sein muß. Sie hat trotzdem keine Nachahmung gefunden.

Durch eine solche Rezeptträgerin nun, die sich einmal bei starkem Nebel verflogen hatte und erst nach vier Wochen wieder in ihren Heimatsschlag zurückkehrte, wurde in mir der Wunsch angeregt, über den damaligen Verbleib des Tieres während der vier Wochen etwas in Erfahrung zu bringen. Dies führte mich auf den anfangs scherzhaften Gedanken, daß ein photographischer Apparat mit zeitweiser selbsttätiger Auslösung die einzige Möglichkeit hätte sein können, über den Aufenthalt des Tierchens Aufschluß zu erhalten. Ich ging dieser Idee nach, und verlockende Aussichten eines solchen Planes spornten mich schließlich zur Verwirklichung an.

Es war aber nicht leicht, einen Apparat zu konstruieren, der nur ein Höchstgewicht von 75 g bei einer Brennweite von höchstens 5 cm besaß. Die mechanische Werkstätte von Schröder & Co. in Frankfurt wollte aber diese Aufgabe lösen. Die Abb. 215 gibt den Apparat wieder. Um bei jeder Stellung der Taube ein Bild zu erhalten, wurde der Apparat gleich von Anfang an mit zwei Objektiven, einem nach vorn, einem nach hinten gerichteten, konstruiert. Die Taube trägt somit in Wirklichkeit zwei Apparate. Als Verschluß kam nur der Schlitzverschluß in Betracht; er läuft bei beiden Aufnahmen in der Richtung des Taubenfluges. Die Apparate sind auf einem dünnen Küraß aus Aluminium montiert. Elastische Streifen aus weichem Leder und Gummilitze, die den Apparat halten, kreuzen sich auf dem Rücken des Tieres und werden durch Druckknöpfe verbunden. Das Kaiserliche Patentamt verhielt sich anfangs

ablehnend, da ihm die Ausführung unglaubhaft erschien. Nach Einsendung der Bilder wurde die Erfindung in allen Teilen angenommen. Ausgerüstet mit einem solchen Apparat findet die Taube Gelegenheit, sich in recht mannigfaltiger Weise zu betätigen, für strategische Zwecke, als Hilfsmittel für Forschungsreisende, zur photographischen Aufnahme von Etablissements und Fabriken usw. zu Reklamezwecken und außerdem ermöglicht sie auch noch die Vereinigung von zweierlei Sportarten: Der Brieftaubenliebhaber wird hinfort die Kamera verwenden und der Amateurphotograph die Brieftaube.

In erster Linie freilich kommen bei dieser Methode die strategischen Zwecke in Betracht. Das preußische Kriegsministerium hat darum auch Interesse für die Brieftaubenphotographie gezeigt und mir Tauben aus der Militär-Brieftaubenstation in Spandau zur Verfügung gestellt. Die Versuche, die am 22. Mai 1908 stattfanden, haben gute Resultate geliefert. Abb. 216 gibt ein von einer Taube bei diesen Versuchen aufgenommenes Bild wieder. Die Taube fliegt in Höhen zwischen 50 und 100 m. Mit dem Schrotschuß ist sie ihres hohen Fluges und ihres Harnisches wegen nicht zu erreichen, und mit der Kugel ist sie sehr schwer zu treffen. Führt ein Luftschiff nun Tauben bei sich, so können diese nach einiger Übung aus jeder Höhe und an jedem Punkte hinter der feindlichen Front herabgelassen werden und in ihre Schläge Bilder von der Flugstrecke mitbringen. Der vorläufige kriegstechnische Zweck der Luftschiffahrt, den Feind, seine Aufstellung und das Gelände zu erkunden, wird also durch die Brieftaubenphotographie eine sehr erwünschte Vervollkommnung erfahren. Mancherlei Eigenschaften befähigen die Brieftauben für diesen Dienst auch ganz besonders, so besitzt sie z. B. die Eigentümlichkeit, daß sie, wenn an einem Punkte aufgelassen, den sie nicht genau kennt, beim Ausflug einige immer weiter werdende Kreise beschreibt. Diese Tatsache ließe sich verwenden, um Festungswerke, Kriegshäfen und sonstiges unzugängliches Gelände unauffällig aufzuzeichnen. In der meist kurzen Zeit, die sie dazu braucht, können ein Dutzend Aufnahmen von den verschiedensten Punkten aus erfolgt sein. Hat sie ihre Flug-



Abb. 215. Brieftaube mit photographischem Apparat.

richtung eingeschlagen oder kennt sie den Platz ihres Auffluges, so streicht sie in gerader Richtung ihrem Ziele zu, 1 km in etwa 1 Minute. Die Auslösung des Momentverschlusses läßt sich vor dem Auffliegen genau berechnen und gewährleistet mit ziemlicher Sicherheit, daß auch dasjenige Objekt aufgenommen wird, welches gewünscht wird, zumal ein Objektiv nach vorn und eines nach hinten



Abb. 216. Brücke in Spandau. Aufnahme durch Brieftaube.

gerichtet ist. Sicherer ist die Benutzung eines Apparates, der eine größere Anzahl von Bildern in Zeitabschnitten ermöglicht. Die Zahl der Bilder ließe sich wohl auch auf 24—30 steigern, das würde eine Aufnahme der ganzen Flugstrecke bedeuten. Die einzelnen Bilder ergeben sich nachher leicht aus dem Zusammenhange. Der womöglich gleich als Diapositiv entwickelte Streifen kann mit Hilfe einer Kurbel auf der Bildbühne des Projektionsapparates einer größeren Zahl von Interessenten vor Augen geführt werden. Diese

Bilder von Vorgängen in nächster Nähe der feindlichen Truppen werden für Angreifer wie Belagerte von hohem Werte sein. — Für belagerte Festungen würde sich der Besatzung die Verwendung der Tümmlertaube besonders empfehlen. Diese besitzt nämlich die Eigenschaft, sich nur im Umkreise zu bewegen. Nach der gewünschten Zeit kehrt sie dann an ihren Ausgangspunkt zurück.

Etwas schwieriger wird sich allerdings die Aufnahme einer belagerten Festung durch den Angreifer gestalten. Um die Tauben im geeigneten Momente zur Verfügung zu haben, ist es nötig, einen fahrbaren Schlag mitzuführen. Wandernde Künstler, Karusselbesitzer usw. führen ihre Tauben nachweislich jahrelang mit sich in einem Kasten, der auf den Wohnwagen gehoben wird. Die Tauben finden sich nach dem Aufflug regelmäßig wieder ein. Sie sind in der Lage, auf eine Entfernung von 35 km ihren Schlag zu sehen; in den meisten Fällen würde es sich um viel geringere Entfernungen handeln. Da die Belagerung einer Festung meist langwierig ist, so könnten wohl einige Flugversuche mit einem Holzmodell den Aufnahmen vorangehen. Für den Felddienst habe ich auch bereits einen kriegsbrauchbaren Wagen konstruiert, der Taubenschlag nebst Dunkelkammer zur Entwickelung der Photographien enthält. Auf dem Wagen befindet sich hinter dem Kutscherbock der Taubenschlag, der durch eine Nürnberger Schere vor dem Aufflug in die Höhe gehoben wird. Den hinteren Teil des Wagens nimmt die Dunkelkammer, die von der Rückseite betreten wird, ein. Dieses Gefährt ist, wie man aus Abb. 217 sieht, feldmäßig gebaut und daher auch schnell zu transportieren. Vom Chef der Militär-Luftschifferabteilung, Major Groß, ist mir die Aufgabe gestellt worden, die einer Festung ähnlichen Wasserwerke von Tegel mit der Brieftaube aufzunehmen. Es soll mir gestattet sein, bis auf 2 km von allen Seiten heranzukommen. Dieser Aufgabe werde ich mich unterziehen, sobald die Tauben, die vom Nest aus in den fahrbaren Schlag gebracht wurden, die nötige Kraft und Sicherheit erlangt haben werden.“



Abb. 217. Dunkelkammer und Taubenschlag.

Sprechrohranlagen.

Trotz des Telephons kann man in vielen Fällen eine einfache, alte Erfindung, das Sprechrohr, noch nicht entbehren.

Giambattista della Porta, der vielseitige italienische Gelehrte, veröffentlichte im Jahre 1589 in seiner „Magia naturalis" diese Vorrichtung wohl zum erstenmal[1]). Er sagt: „Sicher und deutlich können wir einem Freunde durch eine Röhre jede Nachricht zugehen lassen. Die Röhre muß aus Ton, besser noch aus Blei oder aus irgendeinem andern Stoff hergestellt und gut verschlossen sein, damit nicht die Stimme auf die weite Entfernung zu schwach werde. Was man dann auch ins eine Ende hineinspricht, die Stimme wird unverfälscht und klar, wie sie aus dem Munde des Sprechenden kommt, zu den Ohren des andern dringen. Es scheint mir unzweifelhaft, daß dies auf mehrere tausend Schritte möglich sein muß. Die Stimme wird unverzerrt und abgeschwächt über eine sehr große Entfernung hinweggetragen. Ich selbst habe den Versuch auf 200 Schritt angestellt, da ich keine Möglichkeit zu andern Experimenten hatte, und dabei wurden die Worte so klar und deutlich gehört, wie sie aus dem Munde des Sprechers herauskamen." Und an anderer Stelle heißt es: „Von Freunden habe ich erfahren, daß sich ein Liebespaar zwischen zwei weit voneinander entfernten Häusern mit Hilfe einer Bleiröhre lange heimlich unterhalten hat."

Diese Einrichtung scheint sich schnell verbreitet zu haben, denn man hört bald häufig von ihr. Anscheinend ist sie aber eine alte Erfahrungstatsache der Taucher, die sich wohl schon früh durch ihre Luftschläuche mit der Oberwelt verständigten, wenn sie unter Wasser arbeiteten. Der italienische Ingenieur Lorini sagt bei der Beschreibung eines Tauchapparates im Jahre 1597 ausdrücklich, der Taucher „kann sich durch Sprechen mit denjenigen, die sich oben bei der Mündung des Schlauches befinden, nach Belieben verständigen".

Athanasius Kirchner entwirft in seinem großen musikalischen Werk „Musurgia", das im Jahre 1650 erschien, die in der Abb. 218 wiedergegebene Sprech- und Schallrohr-Anlage. Von einem großen Hof aus werden Röhren nach den einzelnen Räumen geführt, so daß dort das auf dem Hof gesprochene Wort genügend verstärkt gehört

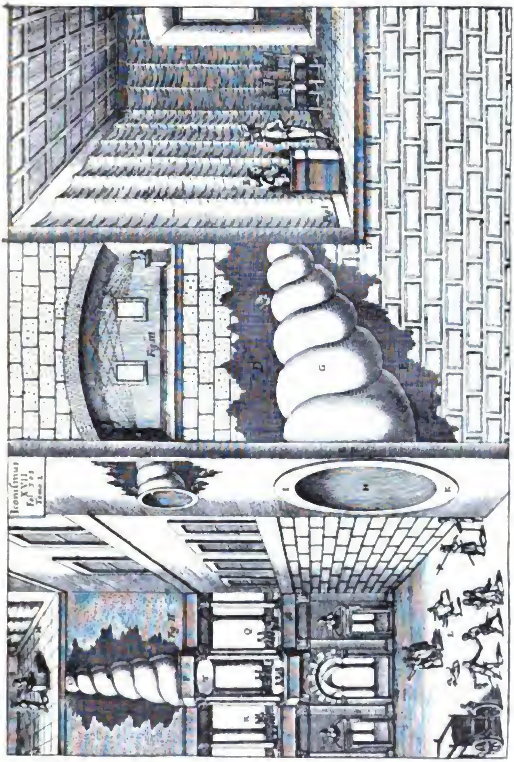


Abb. 218. Sprechrohranlagen und Schallrohre nach Kircher, 1650.

werden kann. Um die Sache geheimnisvoll zu gestalten, läßt Kircher die Sprechröhren in Büsten enden, deren Mund geöffnet ist. Es entsteht so die Täuschung, als ob die Köpfe sprächen. In einem Teil der Abbildung leitet er das Sprechrohr nicht bis in die Büste, sondern sammelt den aus dem Sprechrohr kommenden Ton in einem Gewölbe so, daß er auf die Büste geworfen wird. Auch hier entsteht die Täuschung, als ob der Kopf spreche.

Ein Zisterzienser, Dom Gauthey, führte im Jahre 1782 eine große Röhrenanlage aus, durch die er jedoch nicht sprach, sondern Klopfzeichen gab[2]). Er hatte sich dazu ein System zurecht gelegt, das, ähnlich wie unsere heutigen Morseschen Telegraphen, durch schnell und langsam aufeinander folgende Zeichen die einzelnen Buchstaben durch Klopftöne übertrug. Der Erfinder versprach sich sehr viel von seiner Erfindung, denn es war damals wohl die beste Art, sich auf weite Entfernungen sicher verständlich zu machen. Noch heute kommt es häufig vor, daß sich die Insassen unserer Gefängnisse durch verschiedene Stockwerke hindurch dadurch miteinander verständigen, daß sie mit einem metallenen Gegenstand an die Röhren der Dampfheizungsanlagen klopfen.

Der Vorschlag von Dom Gauthey scheint die Sprechrohranlagen wieder in Erinnerung gebracht zu haben, denn 1799 wird aus England berichtet, daß sich die Sprechrohre dort allgemein eingeführt hätten, um sich aus dem Wagen heraus mit dem Kutscher auf dem Bock verständigen zu können[3]).

Eine der frühesten Bezeichnungen, „Telephon", wurde sogar für eine Sprechrohranlage geprägt, lange bevor man an unser heutiges Telephon dachte[4]). In der Magdeburgischen Zeitung vom 4. August 1838 lesen wir einen „Vorschlag zu beiläufiger Benutzung unserer Eisenbahnanlagen als akustisches Kommunikationsmittel", in dem es heißt: „Die gewölbartige, im Durchschnitt $1^1/_2$ Quadrat haltende Höhlung unserer Eisenbahnschienen kann bei geeigneter und dauerhafter Konstruktion ihrer Zusammenfügung leicht und ohne Erhöhung der Anlagekosten in einem fortlaufenden, nach außen hin zureichend abgeschlossenen Röhrenkanal verwandelt werden, welcher ganz geeignet ist, den Schall in die weitesten Fernen zu tragen und ein dem Telegraphen weit vorzuziehendes akustisches Kommunikationsmittel (Telephon) zu bilden. Die Fortpflanzung des Schalles in solchen engen Röhren gewährt fast unglaubliche Resultate und so weiter . . ."

Sprach- und Hörrohr.

„Wenn du", sagt Leonardo da Vinci, der vielseitige Künstler, in einem Manuskript der Jahre 1488 bis 1497, „dein Schiff während der Fahrt anhältst und du dann den Kopf eines Blasrohres in das Wasser tauchst und das andere Ende an das Ohr legst, so wirst du die Schiffe fahren hören, die sehr weit von dir ab sind. Und du wirst hören, was weit von dir ab geschieht, wenn du auf die gleiche Weise das weite Ende des Blasrohres an die Erde legst." Leonardo hatte also nicht nur beobachtet, daß das Wasser den Schall sehr gut fortleite, sondern auch, daß das in einem größeren Körper verbreitete Geräusch sich durch ein Rohr mit einer weiten und einer engen Öffnung leicht hörbar machen lasse[1]).

Der Erste, der das Hörrohr in einem gedruckten Werk bekannt machte, war der Jesuit Leurechon, der im Jahre 1624 unter dem Decknamen H. van Etten ein französisch geschriebenes Werk über mathematische Unterhaltungsaufgaben veröffentlichte. Dort heißt es: „Glaubet nicht, daß die Mathematik, welche für das Gesicht so schöne Hilfsmittel geliefert hat, dem Gehöre den Dienst versage. Man weiß wohl, daß man sich mit langen Rohren ziemlich weithin und klar vernehmlich machen kann. Die Erfahrung lehrt uns auch, daß es in gewissen Örtlichkeiten, wo die Bogen der Gewölbe eine Höhlung bilden, vorkommt, daß eine Person, die in einer Ecke ganz leise spricht, von denen deutlich verstanden wird, die in der andern Ecke sind, während Personen, die sich zwischen beiden befinden, nichts hören . . . Man sagt, daß ein Fürst in Italien einen schönen Saal habe, worin er leicht und deutlich alle Gespräche hören kann, welche diejenigen führen, die in einem benachbarten Garten herumspazieren, und zwar vermittels gewisser Vasen und Röhren, die den Garten mit dem Saale verbinden. Vitruv selbst, der Fürst der Architekten, erwähnt Gefäße und Röhren, die Stimmen der Schauspieler im Theater zu verstärken. Man braucht nicht mehr zu sagen, um zu zeigen, aus welchen Grundsätzen die neue Erfindung der Stimmentrichter hervorgegangen ist, deren sich einige hohe Herren in unserer Zeit bedienen. Sie sind von Silber oder Kupfer oder einem andern klingenden Metall in Form eines eigentlichen Trichters gemacht. Man richtet das weite Ende nach der Seite desjenigen hin, welcher spricht, des Predigers, Lehrers, oder

eines andern, um den Ton der Stimme zusammenzufassen und zu bewirken, daß er durch die an das Ohr gehaltene Röhre mehr vereinigt wird und weniger Gefahr läuft, zerstreut oder gebrochen zu werden, und folglich verstärkt wird." Da Leurechon das Hörrohr als Werkzeug einzelner hoher Herren erwähnt, muß man annehmen, daß das Instrument damals noch sehr selten war[2]).

Als Hilfsmittel für Schwerhörige führten spanische Ärzte das Hörrohr im 17. Jahrhundert ein. Einer der ersten, der sich seiner zu bedienen rät, ist der Arzt W. Hoefer in seinem 1657 erschienenen Werk[3]).

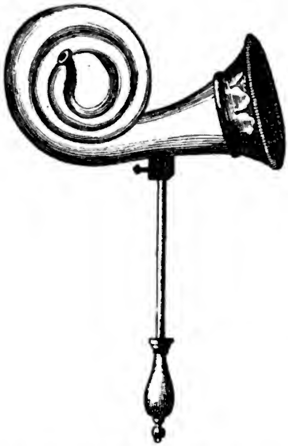


Abb. 219. Hörrohr nach Valentini, 1714.

Wahrscheinlich kanhte auch der witzige Grimmelshausen das Hörrohr, wenngleich er seine Beschreibung etwas weitgehend faßt[4]). Er berichtet in den drei im Jahre 1669 erschienenen Auflagen des „Affentheuerlichen Simplizissimus" von einem Instrument, welches sich im Kriege gut verwenden lasse: „Darneben erdachte ich ein Instrument, mit welchem ich bey Nacht, wann es Windstill war, eine Trompete auf drey Stundswegs von mir blasen, ein Pferd auf zwo Stunden schreyen, oder Hunde bellen, und auf eine Stunde weit die Menschen reden hören konnte ... Ich wil einen Menschen bey Nacht, der nur so laut redet, als seine Gewohnheit ist, an der Stimme durch ein solches Instrument erkennen, er sey gleich so weit von mir, als ihm einer durch ein Pespektiv bey Tag an den Kleidern erkennen mag." Da im „Simplizissimus" ein Sittenbild des Dreißigjährigen Krieges gegeben wird, ist es nicht unmöglich, daß Grimmelshausen hier von Hörrohren berichtet, wie sie in jenen Kriegszeiten praktisch versucht wurden. Einige gingen so weit, dem Sprachrohr ungeheure Leistungen zuzutrauen. So lebte am fürstlich Öttingischen Hof ein weiser Mann, den man den Zipperle-Doktor nannte, der sich nicht scheute, zu behaupten, er könne Sprachrohre machen, durch welche der Kaiser in Wien sich mit König Karl in Barcelona verständigen könne[5]).

Das größte Sprachrohr, das mir bisher bekannt wurde, hängt in der bekannten Raritätenkammer auf der Burg in Nürnberg. Es ist aus Blech gefertigt und hat die stattliche Länge von $5^1/_2$ m. Man

benutzte es im 18. Jahrhundert, um ausbrechendes Feuer in der Stadt bekannt zu machen.

Von großer Wichtigkeit ist heute die Umkehrung des Hörrohrs, das Sprachrohr, im Dienst der Marine. Es wurde zum erstenmal von Sir Samuel Morland im Jahre 1671 in einer zu London erschienenen Schrift unter dem Namen „Sprech-Trompete" empfohlen, nachdem es im voraufgegangenen Jahre zum erstenmal in der englischen Marine versucht worden war[6]). Am 9. Februar 1709 berichteten die Zeitungen aus Valencia, daß eine feindliche Fregatte

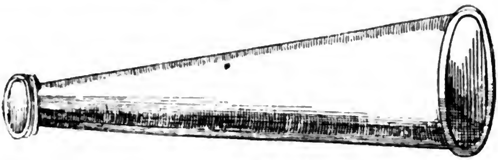


Abb. 220. Sprachrohr nach Valentini, 1714.

an der dortigen Reede angelaufen sei und jemand vom Ufer her dem Kommandanten mittels eines Sprachrohrs eine Nachricht zugerufen habe, ehe man es habe hindern können. Dies Ereignis wurde überall mit großer Beunruhigung besprochen, denn das Sprachrohr hatte sich dadurch als ein wichtiges Werkzeug im Seekrieg erwiesen Im Jahre 1763 gab Johann Heinrich Lambert die wissenschaftliche Erklärung der Theorie des Sprachrohrs. Er schlug auf Grund der richtigen Erkenntnis des Vorganges bei der Stimmenübertragung mittels eines Schalltrichters zuerst vor, die Wandungen des Trichters nicht gerade, sondern nach gewissen Kurven zu gestalten, die der Übertragung der Schallwellen am dienlichsten seien.

Sprechmaschinen.

„Das Antlitz des Menschen läßt sich gestalten,
Sein Auge im Bilde fest sich halten,
Die Stimme nur, die im Hauch entsteht,
Die körperlose vergeht und verweht.

Das Antlitz kann schmeichelnd das Auge belügen,
Der Klang der Stimme kann nicht betrügen,
Darum erscheint mir der Phonograph
Als der Seele wahrhafter Photograph,

Der das Verborgne zutage bringt
Und das Vergangne zu reden zwingt.
Vernehmt denn aus dem Klang von diesem Spruch
Die Seele von Ernst von Wildenbruch."

(Wildenbruch, für die phonographische Aufnahme seiner Stimme im Jahre 1897.)

Eine alte Prophezeiung ist in unseren Tagen also doch noch wahr geworden, die der große Astronom Kepler vor fast 300 Jahren aussprach: man werde einst Sprechmaschinen herstellen, doch sie würden einen hohlen Klang haben.

Recht einfach dachte sich schon der italienische Gelehrte Porta die Aufbewahrung des gesprochenen Wortes. Er erzählt 1579 von Sprechrohren und bemerkt dazu[1]: „Ich habe den Gedanken erwogen, Worte, die unterwegs gesprochen werden, in Bleirohren aufzufangen, und sie dann, solange es mir gefällt, verschlossen aufzubewahren, so daß die Worte herausschallen, wenn der Deckel geöffnet wird."

Im Jahre 1682 berichtete J. J. Becher[2]), einer der vielseitigsten deutschen Gelehrten der damaligen Zeit, der Nürnberger Optiker F. Gründler habe vor, „etliche Worte als ein Echo durch eine Spirallinie in eine Flasche zu verschließen, daß man sie wohl eine Stunde lang über Land tragen könne, und wenn man sie eröffne, die Worte gehöret werden". Der Gedanke, die Sprache in Spirallinien mechanisch aufzuzeichnen, ist also sehr alt. Und auch die Nadel und der feine Mechanismus unserer Phonographen lassen sich bei dem Vorläufer von Jules Verne, bei dem satirischen Cyrano de Bergerac um die Mitte des 17. Jahrhunderts nachweisen. In seiner „Reise nach dem Monde" ist nämlich von einem Kasten mit einem feinen Mechanismus, der durch eine Nadel, wie aus dem Munde eines Menschen oder eines Musikinstrumentes Laute ertönen

läßt, die Rede, „bei dem man zum Lesen und Lernen der Augen nicht bedarf, nur der Ohren".

Und gerade das von Cyrano geahnte registrierende „Musikinstrument" ist jetzt, wie wir in unserer Abbildung sehen, von einem unserer größten lebenden Erfinder verwirklicht worden.

Leonhard Euler, der große Mathematiker des 18. Jahrhunderts, schrieb im Juli 1761: „Es wäre wohl eine der wichtigsten Entdeckungen, wenn man eine Maschine bauen könnte, welche imstande wäre, alle Klänge unserer Worte mit allen Artikulationen nachzuahmen ... Die Sache scheint mir nicht unmöglich." Auf diese Anregung hin versuchte Wolfgang von Kempelen, Königlicher Rat in Preßburg, eine künstliche Maschine zur Erzeugung der Sprache

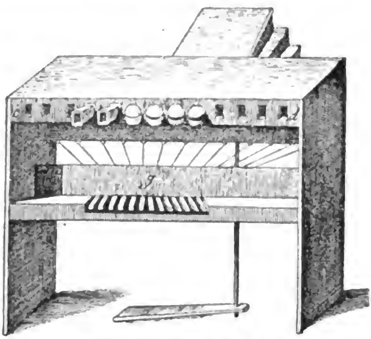


Abb. 221a. Sprechmaschine von W. v. Kempelen, 1778.

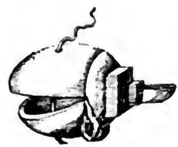


Abb. 221 b.
Eines der Mundstücke der Sprechmaschine von 1778.

herzustellen[3]). Im Jahre 1778 kam die erste Ausführung zustande, die unsere Abbildung 221 a wiedergibt. Durch einen Fußtritt werden die hinten sichtbaren Blasbälge in Bewegung gesetzt. Durch 13 Tasten kann man die zusammengepreßte Luft in ebenso viele Öffnungen leiten, in denen tonerzeugende Zungenpfeifen sitzen. Je nach dem Ton, der erzeugt werden sollte, haben die Öffnungen besondere Formen. Einige von ihnen sind mit besonderen Klappen versehen, die sich, gleich den Lippen des Mundes öffnen und schließen (Abb. 221 b).

Die Petersburger Akademie der Wissenschaften stellte 1797 als Preisaufgabe die Erforschung des Zustandekommens der Vokale beim Sprechen. Gleichzeitig schrieb sie die Herstellung einer Maschine zur mechanischen Nachahmung der Vokale aus. Der Physiker Kratzenstein in Kopenhagen unterbreitete im nächsten Jahre der Petersburger Akademie eine derartige Maschine, und auch

der französische Geistliche Mical baute zwei künstliche, sprechende Köpfe, die er 1782 der Pariser Akademie vorführte[4]).

Mit seinem Erfinder starb ein Gedanke, der zu Anfang des 18. Jahrhunderts in China von einem gewissen Chiang Shun-hoi aus Huichon ausgesprochen wurde. Der Chinese nannte seinen Apparat „Tausend-Meilensprecher", und man beschreibt die Vorrichtung also[5]): „Eine kupferne Rolle, welche eine kunstvolle Erfindung in sich schließt: spricht man hinein und verschließt die Rolle sofort, so kann die beliebig lange Botschaft auf jede Entfernung befördert werden. Solchergestalt kann man während der Schlacht geheime Befehle zweckmäßig übermitteln. Es ist eine Erfindung von außerordentlicher Bedeutung." Man kann sich von der Wirkung des Apparates allerdings keine Vorstellung machen.

Seitdem haben die Versuche, Sprechmaschinen zu erbauen, nie geruht, doch keiner der vielen Konstrukteure erreichte einen wirklich brauchbaren Apparat. Ein nicht genau bekannter Dichter, vermutlich Hood, schreibt im Jahre 1839:

„In diesem Lande der Erfindungen, wo man ein selbsttätiges Zeichnungspapier zum Kopieren unsichtbarer Gegenstände erfunden hat — wer weiß, ob dort nicht ein künftiger Niepce, Daguerre, Herschel oder Fox Talbot eine Art Boswellish Schreibpapier erfindet, das soeben Gesprochenes wiederholt."

Im Jahre 1872 sagt Miß Jean Ingelow in einer von ihr geschriebenen Geschichte „Neunzehnhundertundzweiundsiebenzig": „Er begann etwas zu beschreiben, was offenbar eine große Erfindung in der Akustik betraf, und das, wie er sagte, schon in allernächster Zeit sich verwirklichen werde. Wissen Sie etwas von der Entstehung der Photographie? Ich konnte es bejahen. Photographie, bemerkte er, liefert ein sichtbares Bild; können Sie sich vielleicht etwas Analoges denken, das ein unsichtbares Bild gibt? Der wirkliche Unterschied besteht nur darin, daß das Ganze einer Photographie dem Auge jederzeit gegenwärtig ist, während es der Akustigraph nur in aufeinanderfolgenden Teilen vermittelt. Das Lied ward gesungen und die Symphonie gespielt, und er gab sie wieder und brachte sie unter gleichzeitigem entsetzlichen Lärm hervor. Dann, als wir die Idee nur erst einmal fest gefaßt hatten, fiel es der Wissenschaft nicht allzu schwer, das Bild gleichsam zu skizzieren — und jetzt können wir es verlängern, so viel wir wollen."

Am 30. April 1877 legte ein gewisser Charles Cros bei der Pariser Akademie der Wissenschaften ein versiegeltes Kuvert nieder, in dem die Idee einer neuartigen Sprechmaschine enthalten sein sollte[6]). Seit langer Zeit bediente man sich zur Aufzeichnung der von Tönen erzeugten Schwingungen der Stimmgabeln oder feiner Membranen, indem man an ihnen feine Stifte anbrachte, welche die Schwingungen auf eine berußte Glasfläche aufzeichneten. Cros gab in seinem versiegelten Schreiben an, daß man statt der berußten Glastafeln auch wächserne Zylinder nehmen

könne. Es ist ein merkwürdiger Zufall, daß wenige Wochen nach Cros der große amerikanische Erfinder Thomas Alva Edison mit der gleichen Idee hervortrat[7]). Aber Edison vergrub seinen Gedanken nicht hinter Brief und Siegel, sondern meldete ihn schon am 30. Juli 1877 in England zum Patent an und reiste nach Europa, um ihn bekannt zu machen. Zwar wurde am 3. Dezember 1877 das Crossche Schreiben von der Pariser Akademie der Wissenschaften eröffnet, doch das konnte nicht hindern, daß Edison am 11. März 1878 derselben Akademie seinen Phonographen vorführte und daß man ihn bis heute allgemein als Erfinder betrachtet.

„Im Phonographen“, schreibt Edison 1887 in einem Artikel für die North American Review, „finden wir eine Illustration der Wahrheit, daß die menschliche Stimme durch die Gesetze der Zahl, Harmonie und des Rhythmus regiert wird. Und auf Grund dieser Gesetze ist es uns jetzt möglich, alle Arten von Tönen und alle artikulierten Äußerungen, selbst bis zu den feinsten Nüancierungen und Variationen der Stimme, wiederzugeben, aufgezeichnet in Linien oder Punkten, die der Bildung eines Tones durch die Lippen durchaus entsprechen, so daß wir durch diese Einrichtung in der Lage sind, den Klang der Stimme, der Musik und aller andern Schallwellen, ob sie für den Menschen hörbar sind oder nicht, zu veröffentlichen. Denn es ist eine höchst bemerkenswerte Tatsache, daß, während der tiefste Ton, den unser Ohr aufzunehmen vermag, 16 Schwingungen in der Sekunde hervorbringt, der Phonograph nur 10 oder weniger vermittelt und dann auf eine Tonhöhe steigen kann, bis wir die Reproduktion von ihnen hören. Desgleichen kann der Phonograph von Schwingungen über der höchsten Grenze, die dem Ohr vernehmbar ist, berichten und durch Herabsetzung der Tonhöhe reproduzieren, so daß wir wirklich die Wiedergabe dieser sonst unhörbaren Schwingungen vernehmen.“

„Um eine verständlichere Vorstellung von der Wiedergabe eines Tones zu geben, möchte ich hier nur einen oder zwei Punkte betonen. Alle sind wir von der Genauigkeit betroffen, mit der sogar die schwächsten Meereswellen auf den feinen Sand des Strandes die zarte wellige Linie eindrücken, welche die kräuselnde Grenze ihres Vordringens bildet. Fast ebenso bekannt ist die Tatsache, daß Sandkörner, die man auf die glatte Oberfläche von Glas oder Holz oder neben ein Piano streut, sich in verschiedene Linien oder Kurven sondern, entsprechend den Schwingungen der auf den Tasten des Pianos gespielten Töne. Diese Erscheinungen zeigen an, wie leicht die Einzelteilchen fester Gegenstände eine verschiedenartige Bewegung annehmen können, oder von leichten Wellen, Luftschwingungen oder Tonwellen einen Impuls erhalten. Und dennoch, so bekannt diese Naturerscheinungen auch waren, so führten sie doch erst seit einigen Jahren darauf, daß die von der menschlichen Stimme ausgehenden Schallwellen derartig geleitet werden können, daß sie auf irgendeinen festen Gegenstand einen Eindruck von solch

mathematischer Bestimmtheit hervorrufen, wie es die Flut auf einem sandigen Strand mit ihren Figuren tut."

„Auf meine Entdeckung, daß dies alles möglich ist, bin ich fast durch Zufall gekommen, während ich mit Experimenten nach ganz andern Gesichtspunkten beschäftigt war. Ich hatte mir eine Maschine vorgenommen, die Morse-Buchstaben wiederholen sollte, welche auf das Papier durch eingedrückte Vertiefungen übertragen waren und die ihre Meldung nach einem andern automatischen Stromkreis befördern sollte, wenn sie unter einen Schreibstift gebracht wurden, der mit einem Kontaktapparat verbunden war. Als ich mir an dieser Maschine zu schaffen machte, fand ich, daß, bei

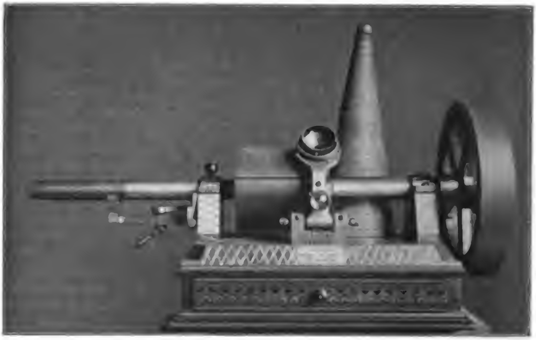


Abb. 222. Edisons erster Phonograph in Deutschland.
(Reichspostmuseum, Berlin.)

sehr schneller Umdrehung des mit dem Papierstreifen versehenen Zylinders, von den Vertiefungen ein summendes Geräusch ausging, — ein musikalischer rhythmischer Klang, der einem undeutlich gehörten menschlichen Gespräch ähnelte. Dies bewog mich zu dem Versuch, in der Maschine eine passende Membrane einzusetzen, welche die von meiner Stimme verursachten Schwingungen oder Schallwellen auffangen sollte, wenn ich hineinsprach, und dann diese Schwingungen in ein geeignetes Material, das auf den Zylinder gelegt war, einstichelte. Das für den unmittelbaren Gebrauch gewählte Material war paraffiniertes Papier, und die damit erreichten Resultate waren vortrefflich. Die Eindrücke auf dem Zylinder verursachten bei rascher Rotation eine Wiederholung der Originalschwingungen, wobei das Ohr durch die Schwingungen einer Schallplatte getroffen wurde, gerade so, als ob die Maschine selbst spräche.

Sogleich erkannte ich, wie das Problem, die menschliche Stimme beliebig oft durch mechanische Mittel wiederzugeben, gelöst sei."

Die Erfindung des Phonographen erregte in der ganzen Welt ungeheures Aufsehen. Als der Vertreter Edisons mit den ersten Phonographen nach Berlin kam, wurde er von dem damaligen Kronprinzen, dem jetzigen deutschen Kaiser, zu sich befohlen. Er ließ



Abb. 223. Auxetophon.

sich das Instrument eingehend beschreiben und hielt abends einer glänzenden Hofgesellschaft einen persönlichen Vortrag über die bedeutsame Erfindung. In Rußland hatte der Phonograph nicht den Beifall der Behörden gefunden. Als die erste Maschine öffentlich vorgeführt wurde, erstattete ein übereifriger Offizier Anzeige über das Verhalten dieses „mechanisch sprechenden Tieres", und, da man sich mit der Wegnahme des Apparates nicht begnügen

wollte, zog man den Aussteller vor Gericht, verurteilte ihn zu drei Monaten Gefängnis, einer schweren Geldbuße und zur Vernichtung des Apparates.

Am schlimmsten aber erging es dem Phonographen in Paris[5]). Als am 11. März 1878 in der Académie des Sciences der Physiker Du Moncel den versammelten Gelehrten den Phonographen Edisons vorführte, sprang der Akademiker Monsieur Bouillaud, durchdrungen von klassischer Bildung, voll edler Empörung über die Frechheit des Neuerers dem Vertreter Edisons an die Kehle und schrie: „Sie Schuft! Glauben Sie, wir lassen uns von einem Bauchredner zum besten halten?!" Am 30. September des gleichen Jahres gab Bouillaud nach eingehender Prüfung des Apparates die Erklärung ab, er sei überzeugt, daß es sich nur um eine geschickte Bauchrednerei handle. „Man könne doch unmöglich annehmen, daß ein schäbiges Metall den edlen Klang der menschlichen Stimme wiedergeben könne."

Drei bedeutende Verbesserungen sind seitdem am Phonographen gemacht worden: Wachswalze und Schalltrichter 1887 von Edison, hydraulisch gepreßte Hartgummiplatte 1889 von dem Deutsch-Amerikaner Emile Berliner und neuerdings der große Blasphonograph von dem Erfinder der Dampfturbine, Charles A. Parsons. Letztere Erfindung, das sogenannte Auxetophon der deutschen Grammophon-Aktiengesellschaft, arbeitet mit einer erstaunlichen Tonfülle. Der Apparat arbeitet mit Preßluft, die mittels eines Elektromotors von einer Pumpe erzeugt und in dem in der Abbildung ersichtlichen Kessel gesammelt wird. Die Sprechmaschine selbst besitzt eine eigenartige Schalldose, indem die Membrane nicht wie sonst an einem Stift, der über die Wellenlinie der Platte wandert, sitzt, sondern frei aufgehängt ist. Der Stift, der über die Platte gleitet, wirkt vielmehr auf ein schwingendes Ventil, das durch die komprimierte Luft hindurch muß. Der von der Wellenlinie hin und her gezogene Stift bringt aber das Ventil in Bewegung, und je nach der Schnelligkeit und Art seiner Schwingungen tritt die Preßluft in wechselnder Form aus dem Ventil. Sie wirkt auf die freischwebende Membrane und erteilt ihr die gleichen Schwingungen, die bei der Aufnahme zur Aufzeichnung der Wellenkurven führten. Demnach sind Stift und Luftventil nur die Erreger der Schallwellen, während der Ton selbst durch die gepreßte Luft erzeugt wird. Seine Stärke hängt damit von der Arbeitsfähigkeit der gepreßten Luft ab, die natürlich die Membrane in viel stärkere Schwingungen zu versetzen vermag, als der nur von dem feinen Wellenbild auf der Platte angetriebene Stift (Abb. 223).

Fernsprecher.

Unser elektrischer Fernsprecher ist keineswegs, wie man annimmt, von einem einzelnen in kurzer Zeit erfunden worden.

Das Wort „Fernsprecher" bezeichnete ehemals einen Telegraphen. So stellte Christian Heinrich Wolke schon 1795 mit einem „Fernsprecher", d. h. mit einem optischen Telegraphen, vor dem großherzoglichen Hof zu Gatschina Versuche zur „Fernsprechkunst oder Telephrasie" an[1]). Über die Einrichtung des Apparates wissen wir nichts Näheres. Übrigens wäre die Bezeichnung „Telephrasie" eine viel bessere Übersetzung von „Fernsprechkunst" als unsere Bezeichnung „Telephonie", die doch eigentlich ein „Ferntönen" bezeichnet.

Aber auch das Wort „Telephon" ist älter als die Erfindung, die wir heute Telephon nennen. In der Magdeburgischen Zeitung vom 4. August 1838 wird in einer vom 29. Juli aus Aken an der Elbe datierten Zuschrift berichtet, daß ein Dr. Romershausen einen „Vorschlag zur beiläufigen Benutzung unserer Eisenbahnanlagen als akustisches Kommunikationsmittel" mache. Später wiederholte Romershausen seinen Plan auch in Fachblättern[2]) und gab bekannt, daß die seitlichen Höhlungen der Eisenbahnschienen zur raschen Übermittelung von Schallsignalen auf größeren Entfernungen benutzt werden könnten. In der erwähnten Nummer der Magdeburgischen Zeitung wird dieses akustische Kommunikationsmittel als „Telephon" bezeichnet. Im Englischen läßt sich der Ausdruck Telephon schon im Jahre 1831 bei dem berühmten Physiker Wheastone nachweisen, denn dieser nennt hölzerne Stangen, die die Schalleindrücke auf rein mechanischem Wege durch ihre ganze Länge fortpflanzen, „Telephone". In unerheblicher Weise abgeändert, ist das Wort gar schon 1828 nachweisbar[3]). Im Januar 1828 entwickelte nämlich der Franzose W. Sudre vor der Pariser Akademie der Wissenschaften die geistreiche Idee eines Musiktelegraphen, der unter Benutzung eines tonstarken Instrumentes, z. B. einer Trompete, und durch Verbindung der sieben Töne der Tonleiter eine beliebig große Anzahl von verabredeten Nachrichten rasch und sicher in große Entfernungen sollte übermitteln können. Dieser Apparat, der den in Frankreich längst benutzten optischen Telegraphen bei Nacht und Nebel wirksam unterstützen sollte, wurde von dem Erfinder „Telephonium" getauft. Ein von der Akademie zur Prüfung ein-

gesetzter Ausschuß, der aus den Herren Arago, Fourier und de Prony bestand, und ebenso ein militärischer Prüfungsausschuß, der die Brauchbarkeit des Telephoniums für militärische Zwecke untersuchen sollte, erstatteten übereinstimmend recht günstige Gutachen über die Erfindung Sudres; dennoch hat das Telephonium niemals eine über Versuche hinausgehende, praktische Bedeutung erlangt und geriet ebenso in Vergessenheit, wie sein später in anderem Zusammenhange so wichtig gewordener Name.

Nun zur Erfindung des Fernsprechers in unserem Sinne. Professor Charles Grafton Page zu Salem in Amerika hörte im Jahre 1837 zufällig ein Tönen in einer stromdurchflossenen Drahtspule, das er sogleich also beschrieb[4]): „Wird eine aus einem langen besponnenen Kupferdraht bestehende Spirale zwischen den beiden Polen eines Hufeisenmagneten senkrecht derartig aufgestellt, daß sie diese Pole nicht berührt, so läßt der Magnet einen Ton erklingen, so oft man die Verbindung der Spirale mit den Polen in einer galvanischen Batterie herstellt oder unterbricht.“ Später machte Page noch den Zusatz: „Daß ein elektromagnetischer Stab durch die schnelle Veränderung des magnetischen Zustandes (4—6000 Schwingungen) einen andauernden und sehr hörbaren Ton erklingen läßt.“ Diese Beobachtungen von Page veranlassen in den nächsten Jahren verschiedene Forscher, sich mit diesem akustischen Phänomen zu beschäftigen. Bereits 1847 machte Froment den Versuch, auf diese Weise musikalische Töne und Klänge auf weite Entfernungen zu übermitteln.

Der erste Vorschlag, die menschliche Stimme auf elektrischem Wege zu übertragen, wurde im Jahre 1854 in durchaus klarer und richtiger Weise von dem jungen Unterinspektor der französischen Telegraphenlinien Charles Bourseul schriftlich festgelegt. Bourseul hatte schon im Jahre 1848 in Algier, wo er Soldatendienste tat, die Aufmerksamkeit seiner Vorgesetzten auf sich gelenkt, weil er den Soldatenkindern seiner Garnison in vorzüglicher Weise mathematischen Unterricht erteilte. Am 18. August 1854 richtete er an die Zeitung „L'Illustration de Paris“ eine Zuschrift, die den Titel „Téléphonie électrique“ trug und worin ein Vorschlag zur Herstellung eines Telephons deutlich gemacht wurde. In dem am 26. August veröffentlichten Aufsatz heißt es: „Wenn jemand gegen eine Platte spricht, die beweglich genug ist, um keine Vibration der Stimme verloren gehen zu lassen, und wenn durch die Schwingungen der Platte der Strom einer Batterie abwechselnd geöffnet und geschlossen wird, so ist es möglich, eine zweite in den Strom eingeschaltete Platte in gewisser Entfernung zu gleicher Zeit genau dieselben Schwingungen ausführen zu lassen.“ Auf Grund dieser Erkenntnis schlug nun Bourseul vor, einen Apparat zu konstruieren, der aus einer beweglichen Platte bestehen sollte, die biegsam genug wäre, um alle durch die Stimme erregten Schwingungen wiederzugeben; durch das Schwingen der Platte

sollte der Stromkreis einer galvanischen Batterie abwechselnd geschlossen und geöffnet und der dadurch erzeugte intermittierende Strom durch einen Draht in die Ferne geleitet werden, um hier die Stimme wiederzugeben. Es gelang Bourseul jedoch noch nicht, einen brauchbaren Empfänger zu konstruieren, der die elektrischen Wellen wieder in gut hörbare Schallschwingungen der Luft umsetzte.

Bourseuls Idee eines Telephonapparates fand in verschiedenen Zeitschriften des In- und Auslandes Beachtung, und selbst in einem wissenschaftlichen Werk über die Anwendung der Elektrizität wird die Telephonidee — allerdings nur als merkwürdiger Einfall — erwähnt[5]): „Im Kapitel vom elektrischen Telegraphen wollte ich den phantastischen Vorschlag eines gewissen Ch. B. nicht aufführen, der da glaubt, man werde dahin kommen, ein Wort elektrisch zu übertragen. Man hätte mich nämlich sonst fragen können, warum ich unter so vielen bemerkenswerten Erfindungen eine Idee mit aufgeführt hätte, die in der Fassung, wie ihr Erfinder sie darbietet, nur erst einen Traum darstellt."

Es war nicht seine Schuld, sagt jüngst Hennig[6]), der sich um die Nachforschungen nach diesem vergessenen Erfinder besondere Verdienste erworben hat, wie in der Folge seine Erfindung wieder spurlos verloren ging, so daß sie heute ungleich unbekannter als etwa die von Reis ist. Schon seit 1849 hatte Bourseul sich fünf Jahre lang vergebens bemüht, die Aufmerksamkeit seiner vorgesetzten Behörde, der französischen Post- und Telegraphenverwaltung, auf sein Telephon zu lenken; die Idee des kleinen Beamten hielt man nicht einmal einer näheren Prüfung für würdig. Man erinnerte sich seiner auch nicht, als Bells Apparat längst die Welt erobert hatte, ja, man vergaß ihn, der erst 1907 hochbetagt zu Paris starb, in seinem eigenen Vaterlande so vollständig, daß er, als er wenige Jahre vor seinem Tode beim französischen Generalpostmeister Mougeot eine Audienz nachsuchte, um wegen Verbesserung seiner dürftigen Beamtenpension vorstellig zu werden, auf seine Anmeldung als „Bourseul, inventeur du téléphone" hin für einen von einer fixen Idee befallenen, harmlosen Verrückten angesehen wurde! Freilich wurde ihm dann die Genugtuung zuteil, daß Mougeot, der Nachforschungen anstellen ließ und dabei zu seinem höchsten Erstaunen die Berechtigung der Ansprüche seines ehemaligen Untergebenen erkannte, ihn aufs neue zu sich kommen ließ und ihm im Einverständnis mit der Regierung eine Erhöhung seiner jährlichen Pension um volle 3000 Franken bewilligte. So hatte Bourseul doch noch wenigstens in seinen letzten Lebensjahren einen kleinen Vorteil von seiner Erfindung, die ihm sonst nichts eingebracht hatte als Enttäuschungen.

Bourseul war aber nicht der einzige, der sich damals mit der Übertragung der menschlichen Stimme auf elektrischem Wege beschäftigte. So soll der Italiener Antonio Meucci sich bereits 1849

in Havanna bemüht haben, einen „sprechenden Telegraphen" zu konstruieren. 1852 habe er mit diesem Apparat bereits Gespräche aus einem Stockwerk seines Hauses ins andere geführt, und er gab später an, er habe den Ausdruck „Telephon" spätestens im Jahre 1857 schon für seine Erfindung angewandt. Eine Nachprüfung dieser Behauptung ist zwar nicht möglich, aber da Meuccis sonstige Angaben sich durchgängig als wahr erwiesen haben und von zahlreichen Zeugen bestätigt worden sind, ist es nicht sehr wahrscheinlich, daß er in dem ziemlich unerheblichen Punkte der Namensgebung eine falsche Behauptung aufgestellt haben sollte. — Gewiß ist, daß Meucci das erste Patent auf einen telephonischen Apparat nahm. Der Patentanspruch vom 28. Dezember 1871 umfaßt die beiden Ansprüche: „Ein fortlaufender Leiter für Töne, der elektrisch isoliert ist." „Derselbe in Anwendung zum Telegraphieren mit Hilfe von Geräuschen oder zur Unterhaltung nach entfernten Punkten, die elektrisch isoliert sind." Die Frau des Erfinders sagte später als Zeugin aus: „Die Personen, mit denen er seine Versuche machte, auch ich hörten die Worte durch eine Leitung, aber noch nicht so klar, daß mein Mann völlig damit zufrieden war."

Auch Innocenzo Manzetti aus Aosta erhob den Anspruch, das Telephon schon 1854 erfunden zu haben. Doch erst im Jahre 1865 findet sich eine gedruckte Nachricht über die Versuche dieses Italieners[7]): „Herr Manzetti überträgt das Wort durch einen Telegraphendraht mit Hilfe eines Apparates, der einfacher als der jetzt zum Niederschreiben benutzte ist. Künftig werden zwei Geschäftsfreunde von London nach Kalkutta momentan ihre Verhandlungen erledigen, sich ihre Spekulationen, Vorschläge und Kombinationen mitteilen können. Schon sind mit glücklichem Erfolge Experimente gemacht worden, so daß es nicht mehr nötig ist, die Möglichkeit dieser Erfindung praktisch zu erweisen. Musik überträgt man schon vollkommen, aber noch nicht alle Worte. Die dumpfen Worte werden gut verstanden, bei weniger klarer Aussprache versteht man sie aber nur undeutlich." Am 5. Juli 1886 setzte man zu Aosta Manzetti eine Denktafel als „Erfinder und Erbauer des ersten telephonischen Apparates". Neuerdings scheinen die Italiener dieser Geschichte aber selbst nicht mehr recht zu trauen, denn es gelang mir trotz vieler Bemühungen nicht, von Aosta aus irgend etwas Bestimmtes darüber zu erfahren.

Anfang der achtziger Jahre trat ein Amerikaner, namens David Drawbaugh, auf und machte 145 Zeugen namhaft, daß er schon seit dem Jahre 1860 eine Vorrichtung benutzt habe, um Laute auf elektrischem Wege zu übertragen[8]).

Die erste öffentliche Vorführung eines Apparates zur Übertragung musikalischer Töne und Klänge geschah am 26. Oktober 1861 in der Sitzung des Physikalischen Vereins zu Frankfurt am Main durch den Lehrer Philipp Reis aus Friedrichsdorf. Seit 1852 beschäftigte Reis sich mit der Übertragung von Musik mit Hilfe der Elektrizität.

Seit 1857 benutzte er die von Leon Scott gemachte Erfindung des Phonautographen. Durch diesen Apparat wurden mit Hilfe einer vibrierenden Platte die durch Elektrizität übermittelten Tonschwingungen aufgezeichnet. Es wurden in jenem denkwürdigen Vortrag aber nicht nur musikalische Töne übertragen, sondern auch Sprachlaute übermittelt.

Der erste Bericht über die Erfindung hebt das 1862 deutlich hervor[9]):

„Hierdurch erklärt es sich auch, daß bei den bisher praktisch angestellten Versuchen zwar Akkorde, Melodien usw. mit erstaunenswerter Sicherheit übertragen werden, während einzelne Worte beim Vorlesen, Sprechen und dergleichen undeutlicher vernehmbar waren, trotzdem auch hier die Beugung der Stimme, der fragende, ausrufende, verwundernde, aufrufende usw. Tonfall deutlich zum Ausdruck kommt."

Im Jahre 1863 lesen wir in einer technischen Zeitschrift:

„Jetzt taucht ein erster ernstlicher Versuch auf, mit Hilfe von Elektrizität Töne in jeder beliebigen Entfernung wieder zu produzieren. Diesen ersten Versuch, der mit einigem Erfolg gekrönt ist, hat der Lehrer der Naturwissenschaften in Friedrichsdorf, unweit Frankfurt a. M., Herr Ph. Reis angestellt und in dem Hörsaale des physikalischen Vereins zu Frankfurt vor zahlreich versammelten Mitgliedern am 26. Oktober 1861 wiederholt. Er ließ in dem einen Teil seines Apparates, der in einem etwa 300 Fuß entfernten Gebäude (Bürgerhospital) aufgestellt war, bei verschlossenen Fenstern und Türen, nicht sehr laut hineinsingen. Die Töne wurden den Mitgliedern im Sitzungssaale durch den zweiten Teil des Apparates hörbar. Diese wunderbaren Resultate werden mit folgendem einfachen Apparate erreicht. Ein kleines leichtes Kästchen, eine Art hohler Holzwürfel, hat eine größere Öffnung an der Vorderseite, eine kleinere an der gegenüberliegenden Rückseite. Letzterer ist mit einer sehr feinen Membran (aus Schweinsdünndarm) geschlossen und dieselbe straff gespannt. Ein schmaler federnder Streifen von Platinblech, außen auf dem Holze befestigt, berührt die Membran in ihrer Mitte, ein zweiter Platinstreifen ist an einer andern Stelle mit seinem einen Ende auf das Holz befestigt und trägt an dem andern Ende einen feinen horizontalen Stift, der jenes Platinstreifchen, wo es auf der Membrane aufliegt, berührt. . . . (Abb. 224.)

Wenn nun das eine Platinstreifchen durch einen Draht mit dem einen Pol einer Voltaschen Batterie verbunden wird, die Elektrizität durch einen an dem andern Pol der Batterie befestigten Draht auf beliebige Entfernung geleitet, dort durch eine etwa 6 Zoll lange, aus sechsfacher Aufwicklung eines sehr dünnen, umsponnenen Kupferdrahtes gebildeten Spirale geführt und von hier zurück nach dem zweiten Platinstreifen an dem Holzwürfel durch einen zweiten isolierten Draht geleitet wird, so entsteht durch jede Schwingung der Membrane eine Unterbrechung in der Strömung der Elektrizität,

indem die Platinspitze das andere Platinstreifchen nicht mehr berührt. Durch die Höhlung der Drahtspirale ist ein dünner Eisendraht (eine starke Stricknadel) gesteckt, welcher 10 Zoll lang ist und mit seinen beiderseitig aus der Spirale etwa 2 Zoll hervorragenden Enden auf zwei Stegen eines Resonanzbodens ruht . . .

Der Eisendraht muß also den Ton in derselben Höhe oder Tiefe wiedergeben, wie derselbe die Membran traf. Da nun eine sehr weite Leitung der Elektrizität kaum eine Beschränkung bei geeigneten Apparaten erleidet, so ist es verständlich, daß man den an einem Orte auf die Membran wirkenden Ton in beliebiger Entfernung durch den Eisenstab hörbar machen kann . . . Mag man auch noch weit davon entfernt sein, daß man mit einem 100 Meilen entfernt wohnenden Freunde eine Konversation führen und seine Stimme erkennen kann, als ob er neben uns säße, die Unmöglichkeit kann nicht mehr behauptet werden."

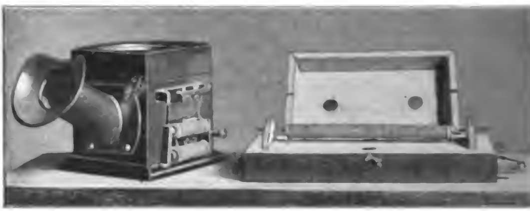


Abb. 224. Originaltelephon von P. Reis.
(Reichspostmuseum, Berlin.)

Am 16. November 1861 und am 4. Juli 1863 berichtete Reis der Physikalischen Gesellschaft zu Frankfurt am Main nochmals über sein Telephon. Am 11. Mai 1862 hielt er dem Freien Deutschen Hochstift in Frankfurt gleichfalls einen Vortrag über seine Erfindung. Auch als Kaiser Franz Joseph von Österreich und König Max von Bayern am 6. September 1863 in Frankfurt am Main waren, zeigte der Erfinder ihnen seinen Fernsprecher. Die Deutsche Naturforscher-Versammlung von 1863 wurde durch einen Vortrag mit der neuen Erfindung in Stettin bekannt gemacht, und die nächstjährige Versammlung erhielt den Apparat durch den Erfinder selbst in Gießen vorgeführt. Jetzt wandte sich endlich Poggendorff, der Herausgeber der „Annalen der Physik", an Reis, um eine Beschreibung des Telephons zu erhalten. Da Reis im Jahre 1860 eine solche Arbeit von Poggendorff aber mit der Bemerkung zurückerhalten hatte, die Übertragung der Rede durch Elektrizität sei eine Unmöglichkeit, so antwortete er: „Ich danke Ihnen recht sehr, Herr Professor; es ist zu spät. Jetzt will ich ihn nicht schicken. Mein

Apparat wird ohne Beschreibung in den Annalen bekannt werden"[10]). Es gelang Reis nicht, seiner Erfindung die gebührende Anerkennung zu verschaffen. Er blieb trotz seiner bedeutenden Fähigkeiten der kleine Lehrer an einer Privatschule. Ein Lungenleiden und ein Blutsturz, der ihm die Stimme nahm, machten ihn zu jeder Arbeit unfähig. In seinem 40. Lebensjahre starb er am 14. Januar 1874.

Es ist äußerst merkwürdig, daß zugleich mit Reis in Frankfurt am Main noch ein anderer Mann sich mit der Erfindung des Telephons beschäftigte, der praktische Arzt Dr. Theodor Clemens. Schon am 28. September 1854 wurde in einer Frankfurter Zeitung[11]) darüber geschrieben. Clemens selbst berichtete später darüber: „Dieses höchst merkwürdige Phänomen der Schallfortleitung im elektrischen Draht

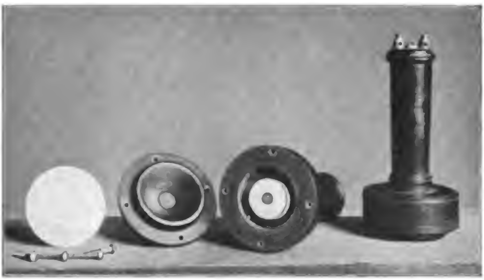


Abb. 225. Deutschlands erste Telephone, Patent Bell.

habe ich bereits vor 10 Jahren (also im Jahre 1853) auf folgende Weise wahrgenommen. Eine starke Induktionsspirale wurde mit einem einfachen Element in Bewegung gesetzt und der Strom durch einen mehrere hundert Fuß langen Kupferdraht aus meinem Studierzimmer frei durch die Luft in ein entferntes Gartenzimmer geleitet. Sobald der also fortgeleitete Draht daselbst wiederum in eine starke Spirale eingeleitet worden war, konnte man in dieser entfernten Spirale ganz genau den Gang der Maschine hören, sowie jeden Ton, der irgendwie bedeutende Schwingungen hervorzubringen imstande war, in der zweiten Spirale wahrnehmen. Anschreien durch einen Trichter, Schläge auf eine Metallplatte usw., gegen die Induktionsspirale gerichtet, wurden in der entfernten Spirale dann wie Äolsharfentöne deutlich wahrgenommen. Hier liegt für die Zukunft mehr wie eine wunderbare Tatsache verborgen."

Lange Jahre vergingen nach den Versuchen von Bourseul, Clemens und Reis, ehe wieder jemand ernstlich an die Übertragung der Sprache dachte.

Am 14. Februar 1876 meldete der Taubstummenlehrer Alexander Graham Bell in Boston ein amerikanisches Patent auf einen Fernsprecher an. Auf der im gleichen Jahre zu Philadelphia abgehaltenen Weltausstellung wurde Bells Telephon öffentlich vorgeführt[12]). Genau ein Jahr später nahm Elisha Gray ebenfalls ein Patent auf einen telephonischen Apparat, den er „elektro-musikalisches Piano" nannte. Am 27. Februar 1877 übertrug er dadurch auf 457 km ein Konzert[13]). Dem inneren Werte nach waren die Erfindungen von Gray und Bell nicht besser und schlechter als die verschiedenen älteren telephonischen Apparate. Es gelang Bell aber, der Erfindung des Telephons endlich Anerkennung zu verschaffen. Es ist auffallend, wie schnell die Verwirklichung jetzt plötzlich vor sich ging. Im Oktober 1877 waren die ersten amerikanischen Telephone an den deutschen Generalpostmeister Stephan gelangt, und am 24. und 25. Oktober wurden im Generaltelegraphenamt in Berlin die ersten Sprechversuche mit den neuen Apparaten unternommen. Am 30. Oktober telephonierte man von Berlin aus erfolgreich nach Schöneberg, Potsdam und Brandenburg, am folgenden Tage sogar nach Magdeburg. Am 5. November wurde in Berlin die erste deutsche Telephonleitung zwischen dem Bureau Stephans und dem des Generaltelegraphendirektors angelegt. Die beiden Apparate, die hier benutzt wurden, befinden sich noch im Berliner Postmuseum (Abb. 225). Am 12. November wurde zwischen Rummelsburg und Friedrichsberg bei Berlin die erste amtliche Fernsprechleitung in Dienst genommen[14]).



Abb. 226. Fadenfernsprecher.

In diesem erfolgreichen Jahr 1877 wurden sowohl von Edison, als von dem Deutsch-Amerikaner Berliner die ersten Mikrophone zur Verstärkung der gesprochenen Worte erfunden. Die wesentlichste Verbesserung erhielt das Mikrophon durch David Edward Hughes im Jahre 1878.

Zum Schluß wäre noch des eigenartigen Faden-Fernsprechers zu gedenken. In der Pekinger Staatszeitung von 1878 wurde darauf hingewiesen, daß die Bellsche Erfindung schon im Jahre 968 eine Vorläuferin hatte. Der Erfinder des Fernsprechapparates sei der chinesische Weise Kung-Foo-Whing gewesen. Der Apparat habe „Thumtsein" geheißen und aus zwei Zylindern aus Bambusrohr bestanden, die je an einem Ende mit einer Membrane überspannt waren. Die Mitten dieser Membranen waren durch eine lange Schnur miteinander verbunden. Spricht man gegen die eine Mem-

brane, so hört ein Freund das leise gesprochene Wort auf ziemlich weite Entfernungen, wenn der Faden zwischen den beiden Membranen einigermaßen straff gespannt ist. In Europa war dieser Fadenfernsprecher übrigens auch schon längst bekannt. So schreibt Robert Hooke im Jahre 1667: „Ich kann bestätigen, daß ich bei Anwendung eines gestreckten Fadens den Ton plötzlich auf eine große Entfernung habe übertragen können, und zwar mit einer Schnelligkeit, die zwar der des Lichts nicht gleichkommt, die aber doch unverhältnismäßig viel größer als die des Schalles in der Luft ist. Diese Übertragung kann nicht nur durch einen in gerader Linie gestreckten, sondern auch durch einen in mehreren Krümmungen verlaufenden Faden bewirkt werden.“ Wohl von einem gleichen Apparat berichtet im Jahre 1682 der vielseitige Johann Joachim Becher in seiner „Närrischen Weisheit“: „Ich habe zu Nürnberg bey dem berühmten Optico Frantz Gründler dergleichen gesehen / da der eine ein Instrument zum Reden, der andere ein Instrument zum hören gehabt / und haben beyde solcher gestalt auf eine ziemliche distantz mit einander reden können / daß darzwischen niemand etwas gehöret.“

Telegraphen.

Man macht häufig den Fehler, die Feuersignale des Altertums und der späteren Zeiten als die Anfänge der Telegraphie anzusehen. Das ist unrichtig, weil durch ein Feuersignal nur ein im voraus bestimmtes, verabredetes Ereignis signalisiert werden kann. Das Wesen der Telegraphie besteht aber darin, daß man eine im voraus nicht erwartete Nachricht schnell zu übermitteln vermag. Die vielgenannte Nachricht über die Feuersignale, die im Jahre 1184 v. Chr. den Fall des stolzen Troja über das Meer hinüber nach Argos meldeten, gehört also nicht in die Geschichte der Telegraphie, denn man erwartete seit langem in Griechenland den Fall der Veste, und dieses erwartete Ereignis wurde durch ein Signal angezeigt.

Doch akustische Telegraphen gab es im Altertum. So berichtet Cäsar im gallischen Krieg[1]):

„Schnell gelangte das Gerücht zu allen Staaten Galliens, denn wo immer etwas Bedeutendes vorgeht, melden sie es durch laute Rufe über Felder und Fluren. Diese Rufe vernehmen dann andere, welche der Reihe nach aufgestellt sind, und geben sie an die nächsten weiter, wie es auch damals geschah. Denn was sich zu Genabum bei Sonnenaufgang ereignete, wurde vor Sonnenuntergang im Gebiet der Arverner in einer Entfernung von 160000 Doppelschritten (etwa 240 km) vernommen."

Auch bei anderen Völkern, namentlich bei den Persern, waren solche Ruftelegraphen bekannt[2]). Aristoteles berichtet, die Perser hätten sogar unter Darius, also im 5. Jahrhundert v. Chr., eine organisierte Fackeltelegraphie gehabt, „daß der König in einem Tage alles erfuhr, was in Asien Neues unternommen ward"[3]). Die Griechen lernten während der Perserkriege das System dieser Fackelsprache[4]). Demokleitos und Kleoxenos scheinen diese Telegraphie bald nachher vervollkommnet zu haben, denn sie werden von den griechischen Kriegsschriftstellern[5]) als die Erfinder der griechischen Fackeltelegraphie genannt. Ums Jahr 340 v. Chr. beschrieb der Kriegsschriftsteller Aineias einen Telegraphen, auf dem die Zeichen in der Weise zustande kamen, daß auf zwei benachbarten Stationen zwei gleich große Gefäße voll Wasser standen, aus denen eine auf einem Schwimmer befestigte Latte herausragte. Auf den Latten waren die verschiedenen Zeichen aufgeschrieben. Bei einem Fackel-

signal der einen Station wurden auf zwei benachbarten Stationen die Abflußhähne an den Gefäßen geöffnet, so daß die Schwimmer mit den Zeichenlatten gleichmäßig sanken. Bei einem zweiten Fackelsignal wurden die Hähne geschlossen. Auf diese Weise sollten auf beiden Stationen die gleichen Zeichen von der Latte dicht über den Wasserspiegeln abzulesen sein. Das System war also außerordentlich umständlich und wird wohl niemals praktische Bedeutung erlangt haben[6]).

Vegetius berichtet in der Völkerwanderungszeit[7]), daß man „an den Wachttürmen der befestigten Plätze Balken anbringt, durch deren senkrechte oder wagerechte Stellung die Nachrichten nach außen gegeben werden". Es ist dies ein sehr beachtenswerter Hinweis auf die frühen Anfänge der optischen Telegraphie, die am Ende des 18. Jahrhunderts in Frankreich ausgebildet wurde.

Auch von Feuertelegraphen wird im Altertum und frühen Mittelalter gelegentlich berichtet. So bestand z. B. längs des Limes in Deutschland ums Jahr 150 n. Chr. eine Feuertelegraphenlinie[8]), und ums Jahr 835 baute der Mechaniker Leo, genannt der Philosoph, in Byzanz einen Feuertelegraphen[9]).

Im 17. Jahrhundert wurde von verschiedenen Leuten die Errichtung optischer Telegraphenlinien vorgeschlagen. So erfand Vegelin von Clärberg im Jahre 1659 in Nassau einen Telegraphen, der aus einer Reihe von Masten bestand, an denen tagsüber Heubündel und Flaggen, bei Nacht Laternen gehißt wurden. Anscheinend greift Clärberg auf eine im Jahre 1616 erschienene Schrift des Wetzlarer Malers Franz Keßler zurück, in der ein einfacher optischer Telegraph beschrieben worden war[10]).

Ein einigermaßen brauchbarer Telegraph, der zur Verwendung im Seeverkehr erdacht wurde, ist am 20. Mai 1684 von Robert Hooke in der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften in London vorgelegt worden. Auf den einzelnen Stationen wurden die Zeichen durch farbige Tafeln dargestellt. Besonders beachtenswert ist, daß bei diesem Telegraphen zum ersten Male Fernrohre für die Beobachtung der benachbarten Stationen vorgeschlagen wurden[11]).

Im Jahre 1704 machte der Franzose Amontons vor der königlichen Familie und der Akademie der Wissenschaften einen Versuch mit einem von ihm erdachten optischen Telegraphen. In einem zeitgenössischen Schreiben an den Sekretär des damaligen Polenkönigs wird darüber berichtet[12]):

„Monseigneur hat mir erzählt, daß er sich in Meudon befand und von dort ein Geheimbillett zur Mühle von Belleville und von dort nach Paris schickte. Die Antwort wurde ihm durch Signale gegeben, die man in einem Flügel der Mühle aufpflanzte und in Meudon durch ein Fernrohr ablas. Diese Signale waren Buchstaben des Alphabets, die nacheinander sichtbar wurden, in dem Tempo, mit dem die Mühle sich langsam bewegte. Sobald ein Buchstabe erschien, notierten ihn die Beobachter auf dem Obser-

vatorium in Meudon auf eine Tafel. Der Erfinder betonte, daß man bei steter Vergrößerung der Distanz zwischen Signalen und Feuerschein in kurzer Zeit mit wenig Kosten eine Nachricht von Paris nach Rom senden könne, doch Sie werden mir, glaube ich, zugeben, daß diese Erfindung mehr eine Kuriosität als ein praktisch brauchbares Verkehrsmittel ist." Man hatte damals eben kein Bedürfnis für eine schnelle Nachrichtenübermittelung, und der Erfinder gab seine Versuche alsbald auf.

Die erste, praktischen Zwecken dienende optische Telegraphenlinie wurde erst im Jahre 1765 von dem vielseitigen Gutsbesitzer Richard Lovell Edgeworth für seinen Privatgebrauch zwischen London und New Market errichtet[13]). Aber auch diese Anlage hatte keinen langen Bestand.

Am 21. Dezember 1784 kündigte der in Hanau lebende Gelehrte J. A. B. Bergsträßer ein von ihm erdachtes Telegraphensystem an, das er „optische Post" oder „Synthematographik" nannte. Er wollte durch optische Signale eine schnelle Nachrichtenverbindung zwischen Hamburg und Leipzig einrichten[14]). Ein ähnliches System machte im Jahre 1786 ein gewisser Reiser bekannt[15]). Bergsträßer versuchte am 11. Juni 1786 zwischen dem Feldberg, Homburg vor der Höhe, Bergen und Philippsruhe sein Telegraphensystem. Im folgenden Jahre machte ein Berliner Invalide gleichfalls einen optischen Telegraphen bekannt[16]).

Ich habe nicht ohne Grund auf diese Ideen in Deutschland hingewiesen; denn sie kamen vor dem ersten Anfange der französischen optischen Telegraphie an die Öffentlichkeit. Der Franzose Claude Chappe ließ sich am 2. März 1791 die Erfindung eines optischen Telegraphen beglaubigen, der aus riesigen Zifferblättern bestand. Ein Zeiger wanderte über die rings herum aufgeschriebenen 16 Telegraphenzeichen. Am 22. März 1792 legte Chappe seinen Telegraphen dem Nationalkonvent vor und lud ihn am 12. September ein, die Erfindung in Augenschein zu nehmen. Nach längeren Verhandlungen wurde Chappe beauftragt, eine Versuchsstrecke zu erbauen, und auf ihr wurde am 12. April 1793 in Gegenwart einer Kommission der erste große optische Telegraphenversuch vorgenommen. Unter Benutzung nur einer Zwischenstation bei Ecouai wurde zwischen den Türmen von Pelletier, St. Fargeau und St. Martin du Thertre in 11 Minuten folgendes Zwiegespräch gewechselt: „Dannou ist hier angekommen, er kündigt an, daß der Nationalkonvent seinen Sicherheitsausschuß autorisiert hat, die Papiere der Deputation zu versiegeln." Antwort: „Die Bewohner dieser reizenden Gegend machen sich durch ihre Achtung gegen den Nationalkonvent und dessen Gesetze der Freiheit würdig."

Auf den am 25. Juli erstatteten günstigen Bericht über diesen Versuch wurde am 4. August die sofortige Errichtung der Linie Paris—Lille beschlossen. Diese erste große optische Telegraphenlinie hatte 22 Stationen, eine Länge von 225 km und wurde gegen

Ende des Jahres 1794 vollendet[17]). Das erste auf ihr gesandte Telegramm war die Meldung von der Eroberung von Le Quesnoix am 17. August 1794, die nur eine Stunde nach dem Einmarsch der Franzosen dem Nationalkonvent schon zuging. Hiermit war die große Bedeutung der optischen Telegraphie dargetan, und die Franzosen bauten ihr Telegraphennetz alsbald aus.

In Deutschland versuchte der Physiker der Karlsruher Fürstenschule, Johann Lorenz Boeckmann, die Einführung der optischen Telegraphie. Am Geburtstage des Markgrafen Karl Friedrich, am 22. November 1794, sandte er das erste Telegramm nach Karlsruhe:

„Groß ist das Fest und schön!
Triumph! der Gute lebt,
Um dessen Fürstenthron der Vorsicht Auge schwebt,
Heil ihm, so tönt es fern und nah.
O Fürst, sieh hier, was Teutschland noch nicht sah,
Wie Dir ein Telegraph heut' Segenswünsche schicket"[18]).

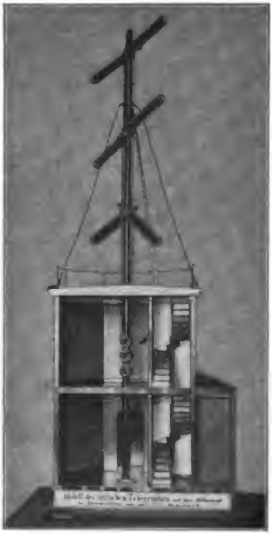


Abb. 227. Optischer Telegraph von 1833.

Deutschlands erste Telegraphenlinie wurde aber erst 1788 zwischen Frankfurt a. M. und Berlin eröffnet. In Frankreich hielt sich die optische Telegraphie bis zum Jahre 1752, in Deutschland bis zum folgenden Jahre.

Ehe wir zur elektrischen Telegraphie kamen, hatten verschiedene spitzfindige Köpfe den Magneten als angebliches Hilfsmittel zur Telegraphie angegeben. Man hatte im 16. Jahrhundert beobachtet, daß eine Magnetnadel durch einen Magnetstein leicht in eine beliebig große Ausweichung abgelenkt werden könnte. Man schrieb nun rings um die Magnetnadel die Buchstaben des Alphabets und lenkte die Nadel durch einen Magnetstein bis zu einem bestimmten Buchstaben ab. Man glaubte, dieses Experiment mit geeigneten Hilfsmitteln selbst auf große Entfernungen ausführen zu können, und auf diese Weise kamen eine Reihe von sogenannten magnetischen Telegraphen zustande, die natürlich allesamt unbrauchbar waren. Im Jahre 1589 sagt der Italiener Porta[19]): „Ich zweifle nicht daran, daß man mit Hilfe zweier mit dem Alphabet umschriebenen Schiffs-

kompasse dem Freunde, selbst wenn er im Gefängnisse sitzen und eingeschlossen sein sollte, Nachrichten zugehen lassen könnte." Als Kaiser Rudolf II. von Porta über diesen Telegraphen Auskunft haben wollte, antwortete der Gelehrte [20]):

„Eine gewisse Salbe, die sympathische genannt, die allem Anscheine nach nur mit Sympathiemitteln bereitet werden kann, ermöglicht es zwei durch weite Entfernung getrennten Freunden, daß sie sich zu verabredeten Stunden miteinander unterhalten können."

Nach einer Beschreibung der geheimnisvollen Salbe, die aus Schweine- und Bärenfett, Menschenblut, Schädeln Ermordeter usw. hergestellt werden soll, fährt Porta fort:

„Nun müssen sie zwei Messer nehmen und mit der Salbe von der Spitze bis zum Griff einschmieren; alsdann müssen sie diese an einem lauen, d. h. nicht zu warmen und nicht zu kalten Orte aufbewahren. Die Freunde mögen ferner an derselben Stelle des Körpers, z. B. an den Armen, eine Wunde haben, die immer frisch und blutig erhalten und mit Efeublättern, wie man sie bei Verletzungen gebraucht, bedeckt sein muß, damit sie nicht zuheilt. Um die Wunden sind zwei Kreise angeordnet, große oder kleine, je nach der Größe der Verletzungen, und um sie herum ist das Alphabet geschrieben, bei beiden in derselben Anordnung und Form, von der gleichen Größe und Ausdehnung. Wenn man sich nun mit seinem Freunde unterhalten will, so hält man das Messer über den Zirkel in der Weise, daß der gewünschte Buchstabe von der Spitze des Messers berührt wird — dann wird der Freund an derselben Stelle neben seiner Wunde eine Empfindung verspüren. Will ich ihm z. B. mitteilen, daß es mir gut geht (valere), so berühre ich zunächst die Stelle beim Buchstaben V, und er wird es spüren, dann den Punkt A, und er wird es wieder spüren, und so weiter die einzelnen Buchstaben."

Heute würde ein Mensch, der eine derartige Idee entwickelte, unweigerlich für geistesgestört erklärt und demgemäß behandelt werden; vor drei und vier Jahrhunderten brachten solche Narreteien den Autor nur in den Ruf besonders großer Gelehrsamkeit.

Einmal haben wir aus der Geschichte ein Beispiel, daß sich ein findiger Kopf die Verwirrung, die der Glaube an die magnetischen Telegraphen angerichtet hatte, zur Verschleierung seiner Erfindung nutzbar gemacht hat. In dem Bericht über die Eroberung der ungarischen Festung Raab, die am 29. März 1598 stattfand, heißt es [21]):

„Obwohln Herr von Schwartzenberg (der Kaiserliche Oberst-Kommandierende), Ihr. Kayserl. Mayest. Rudolpho alsbaldt den glücklichen Succeß, durch Herrn Hannß Christophen von Buecham erinnert, so haben doch Ihr. Mayest. er solle kein andere Relation, alß was sie jhn, fragen werden, thun, befohlen, darauff sie jhn bey welchem Thor, und zu waß für zeit die Vestung erobert worden,

erzehlt, vnd als der von Buecham darüber verstumbt, hat jhm Ihr. Majest. vermelt, sie wissens durch ein Kunst, so sie ein Engelländer mit zweyen Spiegeln vnd dem Magnet-Stein, damit man von vil Meil einander in Monschein zaichen geben kan, gelehrnet, vnd der von Schwartzenberg hab einen solchen praeparierten Spiegel und Ihr. Mayest. ein andern gehabt, vnd also alle vngleiche opinion, so Herr von Buecham auß sein erzeigten Geberden, fassen mögen, demselben benommen."

Es lassen sich noch viele derartige Nachrichten über magnetische Telegraphen nachweisen, doch würde die Aufzählung hier zu weit führen [22]). Doch gehen wir zur elektrischen Telegraphie über.

Im Jahre 1753 wurde ein anonymes Schreiben veröffentlicht [23]), in dem zum ersten Male ein elektrischer Telegraph beschrieben wurde. Zwischen den Stationen sollten so viele Drähte ausgespannt werden, wie das Alphabet Buchstaben hat. Am Ende eines jeden Drahtes sollte ein leichtes Kügelchen aufgehangen sein. Die Beschreibung sagt:

„Ich setze die Elektrisiermaschine in Bewegung und drücke, wenn z. B. das Wort ‚Sir' telegraphiert werden soll, mit einem Glasstabe oder mit einem andern isolierenden Körper den Draht S hinunter, um ihn mit der Batterie in Berührung zu bringen, und verfahre dann ebenso der Reihe nach mit den Drähten I und R. In demselben Augenblick sieht mein Korrespondent diese Buchstaben in derselben Reihenfolge gegen die elektrischen Kugeln am anderen Ende der Leitungsdrähte sich erheben. In dieser Weise buchstabierte ich weiter, während mein Korrespondent die Buchstaben aufschreibt. Wenn jemandem diese Art von Korrespondenz zu langweilig erscheint, so kann er statt der Kugeln eine Reihe von Glocken, in gleicher Anzahl wie die Buchstaben des Alphabetes, an der Decke des Zimmers aufhängen, deren Größe von der Glocke A bis zur Glocke Z gleichmäßig abnimmt. Der elektrische Funke gibt durch den Ton, den er beim Anschlag auf die Glocken von verschiedener Größe hervorbringt, seinem Korrespondenten an, welche Drähte nacheinander berührt werden. Auf diese Weise werden die Korrespondenten mit ein wenig Übung bald dahin gelangen, die Sprache des Glockenspieles in ganzen Worten zu verstehen."

Es ist sehr auffallend, daß diese Nachricht bis zum Jahre 1854 vollständig vergessen blieb. Versuche zur elektrischen Telegraphie wurden erst im Jahre 1784 in Genf unternommen. Der Erfinder dieses Telegraphen, Lesage, wandte sich sogar 1782 an Friedrich den Großen nach Berlin. Es ist aber bisher nicht bekannt geworden, ob er mit dem König wegen der Erfindung in Verbindung trat [24]).

Der schweizerische Physiker Louis Odier ging sogar so weit, damals an eine telegraphische Verbindung nach dem fernen Orient zu glauben. Er schrieb nämlich 1773 in einem Briefe [25]):

„Vielleicht ist es für Sie unterhaltend, wenn ich Ihnen sage, daß ich mich mit gewissen Experimenten trage, vermittels deren

man sich mit dem Großmogul oder dem Kaiser von China unterhalten könnte, oder mit den Engländern, den Franzosen und mit jedem andren Volk Europas, derart, daß man ohne weiteres jede gewünschte Mitteilung auf eine Entfernung von 4000—5000 Wegstunden in weniger als einer halben Stunde übertragen könnte. Sollte das nicht genügen, um Ruhm zu erlangen? Und doch gibt es nichts, was mehr Wirklichkeit hätte! Wie diese Versuche auch auslaufen werden, sie müssen notwendig zu irgendeiner großen Entdeckung führen; aber ich habe nicht den Mut, sie in diesem Winter auszuführen."

Im Jahre 1786 konstruierte Sebastian Jakob Reiser einen Telegraphen, durch den er die einzelnen Buchstaben in der Weise kenntlich machte, daß er sie aus kleinen Stanniolblättchen auf Glasplatten zusammenklebte und in denjenigen Buchstaben die Elektrizität hineinleitete, der angezeigt werden sollte. Im Dunkeln wurden die überspringenden Funken zwischen den Stanniolblättchen sichtbar, so daß der ganze Buchstabe hervorleuchtete[26]).

Der französische Mechaniker Lomond verbesserte die verschiedenen Versuche seiner Vorgänger im Jahre 1787, indem er die große Anzahl der bis dahin benötigten Drähte auf zwei Leitungen beschränkte. Unter dem 16. Oktober 1787 wird die Erfindung folgendermaßen beschrieben[27]):

„Herr Lomond hat eine merkwürdige Entdeckung in der Elektrizität gemacht. Man schreibt zwei oder drei Worte auf ein Stück Papier. Dies nimmt er mit sich in ein Zimmer und dreht eine Maschine in einem zylindrischen Kasten, woran oben ein Elektrometer, eine kleine Korkkugel, angebracht ist. Durch einen (? !) Draht hängt diese Maschine mit einem ähnlichen Zylinder und Elektrometer in einem entfernten Zimmer zusammen. Herrn Lomonds Frau beobachtet die korrespondierenden Bewegungen der Kugel und schreibt die Worte auf, die sie anzeigen. Man sieht daraus, daß er ein Alphabet von Bewegungen erfunden hat. Da die Länge des Drahtes keinen Unterschied in der Wirkung macht, so könnte eine solche Korrespondenz in jeder Entfernung geführt werden."

Am 5. Dezember 1795 entwickelte der spanische Arzt Francisco Salva vor der Akademie in Barcelona die Idee eines elektrischen Telegraphen, der allgemeines Aufsehen erregte. In einer Madrider Zeitung vom 25. November 1796 wird über eine Vorführung vor dem Chef der spanischen Regierung, dem Herzog von Alcudia, genannt „der Friedensfürst", berichtet[28]):

„Als der Friedensfürst hörte, daß der Doktor Francisco Salva der Königlichen Akademie der Wissenschaften in Barcelona einen Bericht über die Anwendbarkeit der Elektrizität zu telegraphischen Zwecken unterbreitet und gleichzeitig einen elektrischen Telegraphen eigener Erfindung vorgeführt habe, wünschte er, diesen Apparat selbst kennen zu lernen. Da ihm die Präzision und die Schnellig-

keit, mit der eine Verständigung möglich war, sehr gefielen, verschaffte er dem Erfinder die Ehre, vor dem König zu erscheinen. Der Friedensfürst ließ dann in Gegenwart Ihrer Majestäten und zahlreicher hoher Herrschaften den Telegraphen zur Zufriedenheit des ganzen Hofes arbeiten. Einige Tage später wurde der Telegraph dem Infanten Don Antonio vorgeführt. Seine Hoheit faßte den Plan, den Apparat derartig zu vervollkommnen, daß er eine genügende Kraft besäße, um auf große Entfernungen zu Lande und zu Wasser Nachrichten zu übermitteln. Demgemäß befahl der Infant, eine Maschine zu konstruieren, die mit den zugehörigen Apparaten einen Raum von mehr als 40 Fuß Durchmesser einnahm. Seine Hoheit will mit Hilfe dieser Maschinen eine Reihe von nützlichen und interessanten Versuchen anstellen, über die er sich mit Doktor Salva verständigt hat."

Es ist sehr auffallend, daß die Experimente nicht weiter fortgesetzt wurden; wohl durch die Erfindung der Voltaschen Säule traten die Versuche, mit Hilfe der Reibungselektrizität zu telegraphieren, zurück. Der vorhin genannte spanische Arzt Salva war der erste, der sich Voltas Erfindung für telegraphische Zwecke nutzbar machte. Am 19. Februar 1800 führte er der Akademie in Barcelona seinen Vorschlag „Über die Anwendung des Galvanismus für Telegraphen" an einer 200 m langen Leitung vor. Die Einrichtung wird in folgendem beschrieben[29]):

„Man kann also einen galvanischen Telegraphen in derselben Weise konstruieren wie einen elektrischen, der Ihnen ja bekannt ist . . . Die Vorteile, von denen ich sprach, sind, daß der galvanische Telegraph einfacher als der elektrische ist, um so mehr, als auch seine Zeichen leichter erkennbar sind. Alle beide verlangen die gleiche Anordnung der Drähte, aber für den elektrischen Telegraphen bedarf es gut gearbeiteter Maschinen, großer Leidener Flaschen und vieler Zeit, um sie zu laden, und überdies wird unter ungünstigen atmosphärischen Bedingungen, wie sie oft vorkommen, der elektrische Telegraph oft ebenso nutzlos sein, wie der optische zur Zeit des Nebels.

Demgegenüber kann der galvanische Telegraph zu allen Zeiten und zu jeder Stunde angewendet werden, da gut präparierte Frösche jederzeit galvanisiert werden können. Ich habe gefunden, daß der Galvanismus bei feuchter und regnerischer Witterung dieselbe Kraft besitzt wie in kalter und trockener Luft, die für die Elektrizität günstiger ist."

Ein derartiger, aus zuckenden Froschschenkeln bestehender Telegraph muß recht lustig ausgesehen haben. Salva verbesserte aber seine Erfindung und wurde — was man ganz vergessen hat — zum Erfinder des elektrochemischen Telegraphen[30]):

„Setzen wir voraus, daß der obere Draht in einer senkrechten Glasröhre das Zeichen A gibt, wenn man ihn mit dem Zinkpol

verbindet, d. h. wenn er kleine Bläschen entfesselt, und daß er das Zeichen B gibt, wenn man ihn mit dem Silberpol berührt, oder mit andern Worten, wenn er sich oxydiert. Und durch den Unterschied der angegebenen Zeichen kann ich auf große Entfernungen erkennen, welches Metall soeben berührt worden ist, und sechs Drähte würden somit genügen, um einen galvanischen Telegraphen herzustellen, dessen Kosten sehr gering sein würden."

Salva scheint sogar kleine Versuche angestellt zu haben, denn er sagt: „Die Zeit hat mir für eine so große Arbeit gefehlt, und ich habe daher nur einen Teil der gewünschten Experimente anstellen können."

Als am Tage von Wagram, am 5. Juli 1809, der Münchener Arzt Samuel Thomas von Sömmering beim bayerischen Minister von Montgelas in Bogenhausen bei München zur Tafel geladen war, wurde er von diesem gebeten, die Akademie der Wissenschaften in München zu veranlassen, Vorschläge zur Einführung eines brauchbaren Telegraphensystems auszuarbeiten. Der Minister dachte natürlich nur an einen optischen Telegraphen, dessen hohe Bedeutung er kurz vorher kennen gelernt hatte. Als nämlich die Österreicher unvermutet in das mit Frankreich verbündete Bayern eingefallen waren, hatte der von Paris nach Mailand führende optische Telegraph die Nachricht so schnell an Napoleon gebracht, daß München schon nach wenigen Tagen durch französische Truppen wieder entsetzt werden konnte. Sömmering dachte aber nicht an die Verbesserung des optischen Telegraphen, sondern an die Ausnutzung des Galvanismus. Er kam, wie wir sehen werden, auf eine ähnliche Idee wie sein Kollege Salva im fernen Spanien. Schon am 8. Juli, also drei Tage nach jenem Tischgespräch, vermerkte Sömmering in seinem noch heute erhaltenen Tagebuch: „Nicht ruhen können, bis ich den Telegraphen durch Gasentbindung realisiert. Draht von Silber und Kupfer eingekauft . . . Die ersten Versuche gemacht, die Voltasche Säule zu einem Telegraphen zu verwenden, nämlich durch Gasentbindung Buchstaben an entfernten Orten zu bezeichnen." Am folgenden Tage liest man im Tagebuch: „Gasentbindung in der Entfernung von 38 Fuß." Am 22. Juli lautet der Eintrag: „Endlich den Telegraphen beendigt . . . Das neue telegraphische Maschinchen geht gut." Schon wenige Tage später, am 28. August 1809, führte Sömmering seinen Telegraphen der Münchener Akademie der Wissenschaften vor. Am 5. Dezember wurde er in der Pariser Akademie der Wissenschaften bekannt gemacht. Auch Napoleon lernte den Telegraphen von Sömmering noch vor Ablauf des Jahres kennen, doch er hatte dafür nur die geringschätzigen Worte: „C'est une idée germanique".

Der Sömmeringsche Telegraph[31]), den Abb. 228 zeigt, bestand aus dem links sichtbaren Gebeapparat und dem rechts stehenden Empfänger. Bei Beginn des Gespräches steckt man die beiden von der Voltaschen Säule kommenden Leitungen in die mit A und B

bezeichneten Knöpfe des Gebers. Der elektrische Strom wurde dann durch die entsprechenden Leitungen in die Buchstaben A und B des Empfängers geführt. Dort befanden sich kurze silberne Drähte in einem Glasgefäß, das mit einer Salzlösung angefüllt war. Der elektrische Strom zersetzte die Flüssigkeit, und die dabei entstehenden Gasblasen stiegen von den Stiftchen A und B auf. Über diesen Stiftchen befand sich innerhalb der Flüssigkeit eine kleine, nach unten gekehrte Schaufel, in der das Gas sich fangen konnte. Dadurch erhielt die Schaufel Auftrieb und stieg mit dem langen Hebel, an dem sie befestigt war, in die Höhe. Am entgegengesetzten Ende des Hebels war eine durchbohrte Kurbel aufgesteckt, die dann in einen Glastrichter fiel, von dem aus sie auf die Auslösevorrichtung eines Weckerwerkes gelangte. Der Wecker fiel ab und gab dem Beamten das Zeichen, daß ein Ferngespräch beginnen sollte. Der Beamte beobachtete dann den Glaskasten, in dem die Silberstiftchen saßen. Die Signale kamen in der Weise zustande, daß auf der Empfangsstation, wie unsere Abbildung erkennen läßt, der eine Draht nacheinander an diejenigen Buchstaben gesteckt wurde, die man signalisieren wollte. Im gleichen Augenblick stiegen auf der Empfangsstation an diesen Buchstaben kleine Gasbläschen auf. Der große Übelstand des Sömmeringschen Telegraphen bestand darin, daß zwischen den beiden Stationen mindestens 25 Drahtleitungen bestehen mußten.

Die Entdeckung des Elektromagnetismus durch Oerstedt im Dezember des Jahres 1819 brachte die Telegraphie endlich um ein gutes Stück der Verwirklichung näher. Der große französische Physiker Ampère unterbreitete schon am 2. Oktober 1820 der Pariser Akademie der Wissenschaften einen von Laplace herrührenden Vorschlag, mit Hilfe des Elektromagnetismus zu telegraphieren[32]):

„Man führe so viel Leitungsdrähte von einem Ort zum andern, wie Buchstaben im Alphabet sind, an der fernen Station schalte man in jedem Draht eine Magnetnadel ein und führe die Drähte in einer Schleife wieder zurück. Wird durch den Draht ein Strom geschickt, so wird die Nadel abgelenkt; jedem Buchstaben entspricht ein Draht und eine Nadel. Der Strom muß also, je nach dem zu telegraphierenden Buchstaben, durch die verschiedenen Leitungsdrähte geschickt werden, was am einfachsten durch eine Klaviatur geschieht, welche an jeder Taste den entsprechenden Buchstaben trägt."

Ampères Telegraph kam aber nicht zur Ausführung. Da nahm ein früherer Gehilfe von Sömmering, der Deutsch-Russe Baron Pavel Lwowitsch Schilling von Cannstatt die Ausgestaltung des elektromagnetischen Telegraphen auf[33]). Nach verschiedenen mißlungenen Vorversuchen konstruierte er im Jahre 1832 einen elektromagnetischen Nadeltelegraphen mit sechs Nadeln. Die Ausschläge der Nadeln nach links und rechts stellte er zu einem Alphabet zusammen. Aber erst am 23. September 1835 zeigte Schilling der Naturforscherversammlung in Bonn seine Erfindung[34]):

„Die Magnetnadel hängt an einem ungezwirnten Seidenfaden. Diese Fäden sind mit dem obern Ende an einen geeigneten Träger gebunden, mit dem unteren aber an hölzernen Stäbchen oder dem Messingdrahte festgebunden, auf welchem die Magnetnadel N S festgesteckt ist. Auf dem obern Ende dieser kleinen Stange ist eine etwa 1,5—2 Zoll im Durchmesser haltende Scheibe von Kartenpapier so befestigt, daß sie sich mit demselben, durch Reibung festgehalten, zugleich dreht, zugleich aber in eine für den Beobachter geeignete Lage festgestellt werden kann, so daß sie bei ruhender Nadel ihm die scharfe Seite zukehrt, bei einer östlichen oder westlichen Abweichung derselben aber die eine oder die andere Fläche zeigt.“

Eine Versuchslinie baute Schilling im Jahre 1836 zwischen zwei Zimmern des Petersburger Admiralitätsgebäudes. Der Erfinder er-

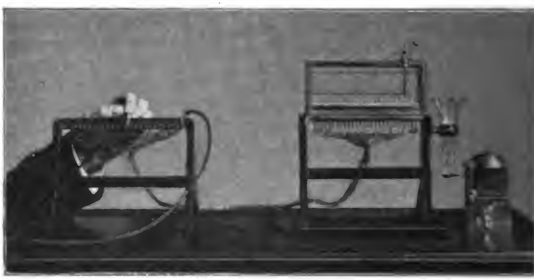


Abb. 228. Sömmerings Telegraph im Deutschen Museum zu München.

hielt sogar vom russischen Kaiser den Auftrag, eine Telegraphenlinie zwischen Kronstadt und Peterhof zu bauen; doch ehe er an die Ausführung gehen konnte, starb er. Wir werden später hören, wie Schillings Telegraph in England in die Praxis kam.

Inzwischen hatten die Physiker Gauß und Weber die Göttinger Sternwarte und das 1500 m entfernte Physikalische Kabinett durch zwei Drähte miteinander verbunden und auf dieser Leitung mit Hilfe des Gaußschen Magnetometers telegraphische Signale gegeben[35]). Das erste Telegramm wurde kurz vor Ostern des Jahres 1833 befördert und lautete: „Michelmann kommt.“ Um diese kurze Nachricht von der Ankunft des Institutsdieners Michelmann zu übermitteln, mußte der schwere Magnetstab des Empfangsapparates 43 Bewegungen machen. Infolgedessen wurden zwei Minuten für dieses Telegramm gebraucht. In Abb. 229 sehen wir den Empfangsapparat des Gaußschen Telegraphen, dessen Original sich jetzt im

Deutschen Museum in München befindet. Der von der Empfangsstation kommende elektrische Strom durchlief die Drähte abwechselnd in verschiedenen Richtungen. Infolgedessen wurde ein über 1 m langer, frei aufgehängter Stahlmagnet (a), der in einem mit Draht umwickelten Rahmen schwebte, bald nach links, bald nach rechts abgelenkt. An der Aufhängestelle des Magnetstabes war ein kleiner Spiegel (b) befestigt, dessen Bewegungen vom Empfänger des Telegrammes, wie unser Bild zeigt, mittels eines Fernrohres beobachtet wurden. Am 20. November 1833 schrieb Gauß an den Astronomen Olbers[36]: „Ich weiß nicht, ob ich Ihnen schon früher von einer großartigen Vorrichtung, die wir hier gemacht haben, schrieb. Es



Abb. 229. Elektrisch-magnetischer Telegraph von Gauß.

ist eine galvanische Kette zwischen der Sternwarte und dem Physikalischen Kabinett, durch Drähte in der Luft über die Häuser weg, oben zum Johannisturm hinauf- und wieder herabgezogen. Die ganze Drahtlänge wird etwa 8000 Fuß sein. An beiden Enden ist sie mit einem Multiplikator verbunden, bei mir von 170 Gewinden, bei Weber im Physikalischen Kabinett von 50 Gewinden, beide um einpfündige Magnetnadeln geführt, die nach meinen Einrichtungen aufgehängt sind. — Ich habe eine einfache Vorrichtung ausgedacht, die ich einen Kommutator nenne, wodurch ich augenblicklich die Richtung des Stromes umkehren kann.

Wenn ich so taktmäßig an meiner galvanischen Säule operiere, so wird in sehr kurzer Zeit (z. B. in 1 oder $1^1/_2$ Minuten) die Bewegung der Nadel im Physikalischen Kabinett so groß, daß sie

an eine Glocke anschlägt, hörbar in einem anderen Zimmer . . . Wir haben diese Vorrichtung bereits zu telegraphischen Versuchen gebraucht, die sehr gut mit ganzen Worten oder kleinen Phrasen gelungen sind. — Diese Art zu telegraphieren hat das Angenehme, daß sie vom Wetter und Tageszeiten ganz unabhängig ist; jeder, der das Zeichen gibt, und der dasselbe empfängt, bleibt in seinem Zimmer, wenn er will, bei verschlossenen Fensterläden. Ich bin überzeugt, daß bei Anwendung von hinlänglich starken Drähten auf diese Weise auf einen Schlag von Göttingen nach Hannover oder von Hannover nach Bremen telegraphiert werden könnte."

Gauß erkannte also richtig, was sich aus den bescheidenen Anfängen seiner Anlage machen ließ; doch hinderte ihn der Mangel an nötigen Mitteln am weiteren Ausbau der Erfindung. Weber hingegen plante im März 1836 bereits eine Telegraphenanlage zur Sicherung des Eisenbahnverkehrs auf der Strecke Leipzig—Dresden. Ja, er betonte hier sogar schon die Möglichkeit der telegraphischen Verbindung weit entfernter und durch Meere getrennter Länder. Leider ließ man in Sachsen den Plan des elektrischen Eisenbahntelegraphen wegen der „hohen" Kosten von 1500 Mark fallen. Auch dem Münchener Steinheil, den Gauß und Weber aufforderten, ihre Konstruktion zu verbessern, gelang es nicht, einen Erfolg zu erzielen[37]).

Am 8. März 1836 war ein junger Engländer, namens William Forthergill Cooke, der sich in Heidelberg aufhielt, um die Anfertigung anatomischer Wachsmodelle zu erlernen, von einem Landsmann, dem in Mannheim lebenden William Fardely, zu einer Vorlesung des Professors G. W. Muncke mitgenommen worden. Muncke hatte sich zu Vortragszwecken einen Schillingschen Nadeltelegraphen besorgt. Der junge Cooke[38]) griff sogleich die Idee des elektromagnetischen Telegraphen auf und baute in wenigen Tagen einen Telegraphen, der nur drei Nadeln besaß. Er gab seinen Beruf als Wachsmodelleur alsbald auf und wandte sich mit der Erfindung nach England. Vergeblich suchte er den Physiker Faraday für die Idee zu gewinnen. Dann wandte er sich an den Physiker Wheatstone[39]), und dieser Vereinigung entsprang bereits im Mai 1837 ein wirklich betriebsfähiger Nadeltelegraph, der am 12. Juni 1837 in England zum Patent angemeldet wurde. Bereits am 25. Juli wurde auf der Strecke Euston Square—Cambden Town die erste, 30 englische Meilen lange Eisenbahntelegraphenlinie der Erde in Betrieb genommen. Allerdings betrugen die Kosten dieser kleinen Anlage 9000 Pfund Sterling[40]).

Cookes Freund, der genannte Fardely, hatte sich gleichfalls inzwischen nach England gewandt. Im Jahre 1842 aber kehrte er wieder nach Mannheim zurück und meldete sich als „Telegrapheningenieur" an[41]). Schon im nächsten Jahre gelang es ihm, für die Direktion der Rheinischen Eisenbahn in der Nähe von Aachen eine kurze Telegraphenanlage mit Zeigertelegraphen zu bauen. Die Ein-

richtung war aber noch so kompliziert, daß zwischen den beiden Stationen vier verschiedene Leitungen notwendig waren. Im Jahre 1844 legte Fardely die erste Eisenbahntelegraphenanlage der Erde mit nur einem Draht zwischen Wiesbaden und Castel an. Die 8,8 km lange Linie führte auf Fichtenstangen längs der Bahn. Der Draht lag in einem Einschnitt am oberen Ende der Stange und

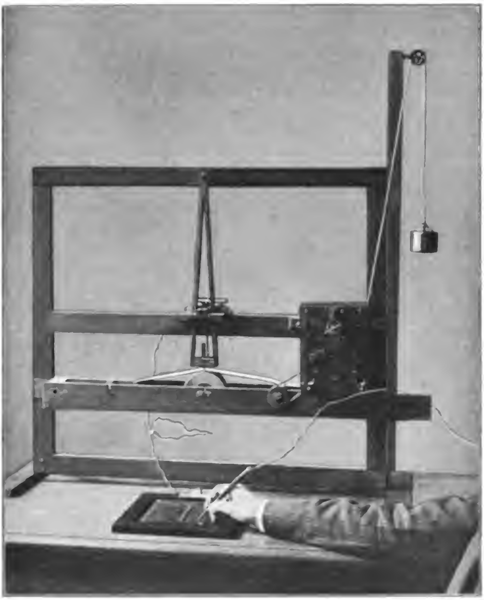


Abb. 230. Ältester Morseapparat, 1837.

wurde durch einen Holzkeil darin festgehalten. Nach Fardelys Angaben verringerte sein eindrähtiges System die Kosten der Anlage von 1800 Gulden auf 80 Gulden für das Kilometer[42]).

Inzwischen hatte der amerikanische Historienmaler Samuel Finley Breese Morse sich der Konstruktion eines elektromagnetischen Telegraphen zugewandt. Angeblich faßte er den Gedanken schon im Jahre 1832 während einer Ozeanfahrt zwischen England und

Amerika. Doch erst im Jahre 1837 konnte er einen aus einer alten Staffelei erbauten Telegraphen seinen Freunden durch ein kurzes Telegramm vorführen: „Successful experiment with telegraph september 4the. 1837." Der Apparat[43]), von dem sich eine Nachbildung im Berliner Reichs-Postmuseum befindet, bestand aus einem Rahmenwerk, an dem auf der rechten Seite das Werk aus einer alten Uhr angebracht war (Abb. 230). Durch Schnurübertragung drehte dieses Werk eine Walze, auf die sich allmählich ein Papierstreifen aufwickelte. Der Papierstreifen glitt dabei unter einem Bleistift her, der an einem langen Hebel aufgehangen war. Dieser Hebel, der als spitz zulaufendes Dreieck in der Mitte des Apparates sichtbar ist, trug ein Stück Eisen, das von einem gegenüberliegenden Elektromagneten angezogen wurde, wenn ein Strom vom Gebeapparat aus die Leitung durchlief. Sobald der Strom aussetzte, wurde der Schreibhebel wieder durch eine Feder vom Magneten weggezogen. Der an dem Hebel sitzende Bleistift machte auf dem darunter weglaufenden Papier also Striche, die wie eine Kette von WWW aussahen. Mit diesen sich gleichbleibenden Zeichen wäre nun nichts anzufangen gewesen, und deshalb gab Morse abwechselnd kurze und lange Stromstöße. Bei einem kurzen Stromstoß machte der Bleistift eine Bewegung, die einem VV glich, während bei einem langen Stromstoß zwischen zwei benachbarten Zeichen ein langer Verbindungsstrich entstand: V—V. Wie unsere Abbildung erkennen läßt, wurden die Zeichen auf der Geberstation in der Weise aus Punkten und Strichen zusammengesetzt, daß man mit einem metallenen Stift über eine Tafel fuhr, auf der neben dem betreffenden Buchstaben aus kurzen und langen Metallstückchen unter Zwischenlage von Holz die „Morsezeichen" eingelegt waren. Erst im Jahre 1840 erfand Morse den noch heute gebräuchlichen Taster, um die Zeichen zu geben, und im Jahre 1843 kam das heute gebräuchliche Strich-Punkt-System zustande:

a	·—	i	··	r	·—·
ä	·—·—	j	·———	s	···
b	—···	k	—·—	t	—
c	—·—·	l	·—··	u	··—
ch	————	m	——	ü	··——
d	—··	n	—·	v	···—
e	·	o	———	w	·——
é	··—··	ö	———·	x	—··—
f	··—·	p	·——·	y	—·——
g	——·	q	——·—	z	——··
h	····				

Die elektromagnetische Telegraphie des Morseschen Systems fand alsbald Eingang in die Praxis; bereits 1852 gaben die Franzosen ihre optischen Telegraphen, die eine große Vollkommenheit erlangt hatten, auf[44]).

Es folgten sich nun schnell die Verbesserungen. 1853 erfand Gintl in Wien die Mehrfachtelegraphie auf einem Draht. Zwei Jahre später trat der Physiker Hughes mit seinem Drucktelegraphen hervor, der sogleich den Buchstaben auf der Empfangsstation auf Papierstreifen druckt (Typendrucker)[45].

Besonders interessant aber ist es, zu verfolgen, wie schon in der Jugendzeit der elektrischen Telegraphie verschiedene Erfinder an die drahtlose Telegraphie dachten.

Im Dezember 1842 stellte Morse bereits fest, „daß die Elektrizität gezwungen werden kann, durch einen Fluß, oder einen anderen Leiter als das Wasser selbst, hindurchzugehen". Im Sommer des Jahres 1843 führte er nach diesem Grundsatz eine Versuchsstrecke aus. In einem Brief vom 23. Dezember 1844 berichtet der Erfinder darüber[46]: „Im Sommer 1842 unternahm ich über Ersuchen des amerikanischen Institutes einen öffentlichen Versuch mit einem Telegraphen, um von Governors Island nach Castle Garden auf die Distanz von etwa einer Meile zu telegraphieren. Zu diesem Zwecke verlegte ich einen wohlisolierten Draht unter das Wasser. Kaum

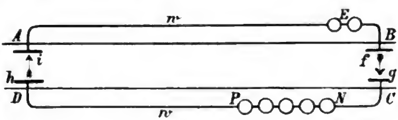


Abb. 231.

hatte ich zu telegraphieren begonnen und etwa zwei oder drei Zeichen erhalten, so nahm ein mit schleppendem Anker vorbeifahrendes Schiff den Draht auf und zerstörte denselben. Durch diese Erfahrung angeregt, beschloß ich, ein Mittel zu finden, um solche Zerstörungen für die Zukunft hintanzuhalten. Ich begann im Monat Dezember 1842 mit den diesbezüglichen Versuchen im Kanale von Washington und stellte dabei fest, daß die Elektrizität gezwungen werden konnte, durch den Fluß, ohne einen anderen Leiter als das Wasser selbst, hindurchzugehen. Aber erst im Sommer verflossenen Jahres (also 1843) fand ich die Muße, durch eine Serie von Versuchen die Gesetze dieser Passage festzustellen. Die folgende Zeichnung diene zur Erklärung des Experiemntes. A, B, C, D (Abb. 231) sind die Flußufer, N P die Batterien, E ist der Empfangselektromagnet, ww sind längs der Ufer führende Leitungsdrähte, welche mit den in das Wasser versenkten Kupferplatten h, i, f, g verbunden sind. Ist die gesamte Anordnung fertiggestellt, so geht die erzeugte Elektrizität von dem Pole P über den Draht w zur Platte h, über den Fluß zur Platte i und dann über den Elektromagnet E zur Platte f, über den Fluß zur Platte g und zum Pole N der Batterie zurück."

Im Jahre 1845 machte Alexander Bain in London Versuche mit der drahtlosen Telegraphie[47]. Im Jahre 1854 nahm James Bovinan Lindsay, ein Privatgelehrter in Dundee, bereits ein Patent auf die drahtlose Telegraphie[48].

Selbst der wichtigste Apparat der heutigen drahtlosen Telegraphie, der sogenannte Coherer, wurde schon im Jahre 1879 von dem Erfinder des Typendruck-Telegraphen, David Edward Hughes, konstruiert. Es gelang Hughes, mit Hilfe des Coherers, funkentelegraphische Signale auf 500 m Entfernung zu schicken. Auch erkannte er das Wesen und die Ursache des Vorganges richtig, maß jedoch den Versuchen keine praktische Bedeutung bei[49].

In weitere Kreise drang die Nachricht von der Funkentelegraphie erst seit dem Jahre 1897. Drahtlos telegraphiert hatte man schon nach verschiedenen Systemen seit den achtziger Jahren. Besonders suchte man einsame Leuchttürme auf diese Weise mit dem Lande zu verbinden, da die dauernde Landung der Kabel auf den scharfen Felsen infolge der nie ruhenden Brandung unmöglich ist. Die Versuche von Smith auf der Insel Wight im Jahre 1887 gingen voran[50]. In Deutschland folgte die Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, die dieses wichtige Gebiet seitdem nicht mehr aus dem Auge gelassen hat, mit ihren Versuchen am Wannsee.

Im Jahre 1890 erfand Edouard Branly in Paris den Coherer wieder[51]. Das Jahr 1892 brachte zwei neue Systeme der drahtlosen Telegraphie. Das eine, von Edison[52], funktionierte durch elektrostatische Induktion, das andere von dem englischen Telegrapheningenieur W. H. Preece durch elektrodynamische Induktion[53]. Erst Popoff regte im Jahre 1895 die Verwendung des von ihm verbesserten Coherers zur drahtlosen Telegraphie an. 1895 brach das Kabel zwischen der schottischen Hafenstadt Oban und der Hebrideninsel Mull, auch hier bewährte sich die Telegraphie ohne Draht als Helfer in der Not. Im gleichen Jahre wendete man drahtlose Telegraphie zum Fastnet-Leuchtturm in Irland und zu dem Sandy-Hook-Leuchtschiff am Hafen von Neuyork an[54].

1897 folgte die Ära Marconis, deren Ausgangspunkt ein Vortrag des Chef-Elektrikers der Königlichen Post vor der Londoner Gesellschaft der Wissenschaften am 4. Juni bildete[55]. Erfindung folgte auf Erfindung. Besonders interessierte die Abstimmung des Empfangsapparates nur auf diejenigen elektrischen Wellen, die von der zugehörigen Abgabestation der Telegramme kommen.

Wie bei der Kabeltelegraphie, so betraten wir auch bei der asymphotischen das Versuchsfeld. Auf die Leuchtturmverbindungen von 1887 folgte 1899 im März die erste Verbindung über den Kanal La Manche, zwischen der Kraftstation des South-Foreland-Leuchtturmes bei Dover und dem Dorfe Wimereux bei Boulogne. Als dann vollends im folgenden Monat, anläßlich des Todestages des großen Stephan, der die Erde gerade 25 Jahre vorher mit

seinen Weltpostlinien umgürtet hatte, die Begrüßungstelegramme zwischen dem französischen Handelsminister und dem Chef der englischen Telegraphie auf 36 km Entfernung, während eines bösen Gewitterschneesturmes unter Donner und Blitz, gewechselt wurden, staunte alle Welt. Nicht der dichteste Nebel, nicht die höchste See konnte seitdem mehr ein Hindernis bilden für die durch Ätherschwingungen übertragenen Worte. Sogleich nach diesem Erfolg erblühte auch seitens der Direktoren der Wireleß-Telegr.-Co. das Projekt einer drahtlosen Verbindung zwischen Amerika und Europa, das am 19. Dezember 1902 wirklich zustande kam.

So siegen wir kraft der Elektrizität von Geschlecht zu Geschlecht vollkommen über die Naturgewalten, so schreiten wir durch ihre Pionierarbeit neuen, hoffnungsreichen Zeiten entgegen.

Literaturnoten.

Seite 6—11 Urerfindungen.

[1]) Vgl. hierzu: Kuno Fischer, Goethes Faust, Heidelberg, Bd. II, S. 221—233. — [2]) Ebenda, Bd. IV, S. 366. — [3]) Rob. Forrer, Reallexikon der prähistorischen, klassischen und frühchristlichen Altertümer, Stuttgart (1908), S. 221 Feuer, S. 224 Feuerstein, S. 202 Eolithen. — [4]) Ebenda, S. 225 Feuersteingruben. — [5]) Ebenda, S. 223 Feuerquirl. — [6]) Zeitschrift für Ethnologie, 1903, Heft 1. — [7]) Forrer, a. a. O. S. 225 Feuerzeug. — [8]) Ebenda, S. 354 Herd.

Seite 12—23 Werkzeuge.

[1]) Feldhaus, Aus der Technik der Urzeit, in: Welt der Technik, Bd. 71, S. 201 und 230. — [2]) Rob. Forrer, Reallexikon der prähistorischen Altertümer, Stuttgart (1908), S. 628 Pikermi, S. 4 Achenheim. — [3]) Leonardo da Vinci, Il Codice Atlantico, Mailand 1894 ff., Bd. 1, Fol. 6a. — [4]) Römische Weinpresse mit Schraubspindeln: Cato, De re rustica, Kap. 3, 12 und 66; vgl. dazu: T. Beck, Beiträge zur Geschichte des Maschinenbaus, 1900, S. 66—87; ebenso: Nix und Schmidt, Heronis Opera, Leipzig 1901, II, S. 392; Vitruv, Architectura, VI, 6, 3; Plinius, Histor. naturalis, VIII; Römische Wäschepresse mit Schraubspindel: Museo Borbonico, Neapel 1827, Taf. 49. — [5]) J. Besson, Théatre des Instruments, Lyon 1578; deutsch als „Theatrum oder Schawbuch", Mümbelgart 1595. — [6]) Leonardo da Vinci, Ausgabe von Ravaisson-Mollien, Paris 1881 ff., Manuskript B, Blatt 70 v. — [7]) Unter dem Namen Chorbates von Vitruv a. a. O. und von Heron (in „Dioptra" IV) beschrieben; vgl. Heronis Opera, edit. Schmidt, III, 1903, S. 197. — [8]) Im Kgl. Staatsarchiv in Königsberg i. P. — [9]) G. Branca, Le Machine, Rom 1629, Tafel 39. — [10]) Zeitschrift für Vermessungswesen, Bd. 35, S. 673—678; Leibniz' Schriften, Bd. B³, 7. — [11]) Mayer, Gründlicher Unterricht zur Geometrie, Göttingen 1778, I, S. 378.

Seite 24—42. Der Ingenieur-Beruf in vergangenen Zeiten.

[1]) C. Koehne, Die Ausbildung der Ingenieure in der römischen Kaiserzeit; Mitteilungen zur Gesch. d. Medizin und der Naturwissenschaften, Hamburg 1907, Bd. 7, S. 17—24. — [2]) F. M. Feldhaus, Villard aus Honnecourt, in: Zeitschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereins, Wien 1906, Nr. 20. — [3]) F. M. Feldhaus, Der Name Ingenieur, in: Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, 1906, Bd. 50, S. 1599. — [4]) F. M. Feldhaus, Die Entstehung des Namens Ingenieur, in: Zeitschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereins, Wien 1908, S. 145. — [5]) Cod. fol. Nr. 328, Großherzogl. Bibl. Weimar. — [6]) Die gansse heilige Schrifft, Ausg. v. Tossani, Basel 1665. — [7]) Cod. phil. 63 der Universitätsbibliothek in Göttingen ist die Haupthandschrift. Die Abschriften weist Jähns, Geschichte der Kriegswissenschaften, 1889, S. 249, nach. Einen Auszug aus Kyeser gibt: Romocki, Geschichte der Explosivstoffe, I, 1895, S. 133—178. — [8]) Beide Handschriften behandelt: T. Beck, Beiträge zur Geschichte des Maschinenbaus, 1900, S. 270—283, 283—292; Beck verwechselt jedoch einigemal die Münchener mit der Pariser

(Cod. 7239, Bibl. Nation.) Handschrift von Mariano. Das Artilleristische daraus gibt Berthelot, in: Annales de Chimie et de Physique, Paris 1891. — [9]) Jähns, a. a. O., S. 409. — [10]) Valturio, De re militari, Verona 1472. — [11]) Centralblatt für Bibliothekwesen 1884, S. 231 und 313. — [12]) Jähns, a. a. O., S. 412. — [13]) Ebenda, S. 269. — [14]) Ebenda, S. 271—272. — [15]) Ebenda, S. 271. — [16]) F. M. Feldhaus, in: Unterhaltungsbeilage zur Täglichen Rundschau, Nr. 168—169, 1907. — [17]) I. P. Richter, Literary works of Leonardo da Vinci compiled and edited from the original manuscripts by Jean Paul Richter, London 1883. Darin besonders unveröffentlichte Manuskripte englischer Bibliotheken. — [18]) Ravaisson-Mollien, Les manuscripts de Léonard de Vinci, Paris 1881—1891, 6 Bde.; Derselbe besorgte auch die französischen Übersetzungen einiger Arbeiten von Sabachnikoff über Leonardo da Vinci. — [19]) Sabachnikoff, I Manoscritti di Leonardo da Vinci della Reale Biblioteca di Windsor, Paris 1898, Turin und Rom 1901; derselbe, Codice sul volo degli uccelli, Paris 1893. — [20]) Il Codice atlantico di Leonardo da Vinci, Mailand 1894 bis 1904, 6 Bde. — [21]) Den Entwurf schrieb Leonardo in Cod. Atlant., Blatt 391 r auf; deutsch von Marie Herzfeld, Leonardo da Vinci, 2. Auflage, Jena 1906, S. 198. — [22]) Theodor Beck, Beiträge zur Geschichte des Maschinenbaus, Berlin 1900, S. 88—110, 318—364, 411—484; derselbe in: Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, 1906, Nr. 14, 15, 17 und 20. — [23]) Siehe Note 21. — [24]) Die in den Noten 17—20 genannten Ausgaben sind sehr teuer und deshalb nur in den größten Bibliotheken vorhanden. Ihre Benutzung ist dadurch sehr erschwert. — [25]) Biringuccio, Pirotechnia, Venedig 1540 und verschiedene spätere Auflagen. — [26]) Agricola, De re metallica, Basel 1556. Es erschienen in diesem Jahr drei verschiedene Auflagen. Später noch mehr Auflagen, darunter auch deutsche. Der Verfasser starb bereits 1555. Es ist falsch, das Erscheinungsjahr vor 1556 zu suchen; T. Beck, Beiträge zur Gesch. d. Maschinenbaues, Berlin 1900, S. 127—162. — [27]) Besson, Théatre des Instruments mathématiques et méchaniques, Lyon 1578. Nach dem Tode des Verfassers: deutsch, Mümbelgart 1595; Beck, a. a. O., S. 186 bis 205. — [28]) Agostino Ramelli, Le diverse et artificiose machine, Paris 1588; Buonaiuto Lorini, Delle Fortificationi, Venedig 1597; Vittorio Zonca, Novo Teatro di Machine, Padua 1621, nach dem Tode des Verfassers; Heinrich Zeising, Theatrum machinarum (deutsch), Leipzig 1612—1614; De Caus, Les raisons des forces mouvantes, Frankfurt 1615; Faustus Verantius, Machinae novae, Venedig, um 1617; Jacob de Strada, Künstlicher Abriß allerhand Wasser- .... Mühlen, Frankfurt 1618, herausgegeben von seinem Enkel Octavius de Strada nach dem Tode des Verfassers; Giovanni Branca, Le Machine, Rom, um 1629; G. A. Böckler, Theatrum machinarum, Nürnberg 1661; Ramelli, Lorini, Zonca, Zeising, de Caus, Verantius, Strada und Branca wurden von T. Beck a. a. O. im Auszug behandelt. — [29]) Max Jähns, Geschichte der Kriegswissenschaften, München 1889—1891, 3 Bde. — [30]) Siehe Note 4.

Seite 43—56. Die technischen Weltwunder der Alten.

[1]) F. M. Feldhaus, Sieben Wunder der Welt, in: Gartenlaube, 1908, S. 85—88. — [2]) Die Zusammenstellung seiner Werke siehe: Allgemeine deutsche Biographie, XVI. — [3]) Herodot, II, 124; Description de l'Egypte, Antiquités, Bd. 5; Vyse, The pyramids of Gizeh (London 1839—42, 3 Bde.); Lepsius, Über den Bau der Pyramiden (in den Monatsberichten der Berliner Akademie der Wissenschaften, 1843); Petrie, The pyramids and temples of Gizeh (2. Aufl., London 1885); Maspero, Ägyptische Kunstgeschichte (deutsch von Steindorff, Leipzig 1889). — [4]) Eyth, Der Kampf um die Cheopspyramide, 2 Bde., Heidelberg 1902. — [5]) F. Müller, Zeittafeln zur Geschichte der Mathematik, Leipzig 1892, S. 1. — [6]) Strabon, I, 8. — [7]) Curt Merckel, Die Ingenieurtechnik im Altertum, Berlin 1899. — [8]) Hormuzd Rassam, Asshur and the land of Nimrod, New York 1857. — [9]) Strabo, XIV, 1, § 21; Plinius, Histor. nat., XXIX; Pausanias, VII, 2; Livius, I, 45; Josephus Flavius, Antolog., XIV, 10 n. 11; Kirchner, Turris Babel 1679, S. 88. — [10]) Strabo, Geo-

graphia, VIII. — [11]) Plinius, Histor. nat., 34, 7, 18; Kircher, Turris Babel 1679, S. 88. — [12]) Ammianus Marcellinus, I, 22; Caesar, De bello civile, III, 112; Plinius, Histor. nat., 36, 12. — [13]) Plinius, Histor. nat. 35, 5; Strabo, XIV; Cicero, Tusc. Quaest., III, 31; Gellius, Noctes atticae, X, 19. — [14]) F. Petrie, Stonehenge, London 1880; Barclay, Stonehenge, London 1895; Montelius, Die Datierung der Stonehenge in: Archiv für Anthropologie, N. F., Bd. 2, 1904. — [15]) Cunningham, Archäolog. Survey Repert. of the Govern. of India, 1861/62; Hardy, Architect. of ancient Delhi, London 1842, Arundel Societ. S. 41. — [16]) Über Frontinus; T. Beck, Beiträge zur Geschichte des Maschinenbaues, 1900, S. 58—65. — [17]) Feldhaus, Der Turm von Babel, in: Gartenlaube 1908, S. 155; Josephus, Ant. Jud., I, 4; Herodot, I, 181; Strabo, XVI; 2. Chronica 36, 7; Plinius, Hist. nat., VI, 26. — [18]) Feldhaus, Labyrinthe, in: Gartenlaube, 1908, S. 431; Herodot, II, 148; Plinius, Hist. nat., 5, 39; 36, 13; Strabo, XVII; Pomponius Mela, I, 9. — [19]) Speziell über das kretische Labyrinth, vgl.: Strabo, X, 730; Plinius, 36, 13; Diod. Sic., I, 55—87; Pausanias, I, 27; Hyginus. Fab., 40, 42; Ovid. Meth., 8, 158; Aeneis, V, Vers 588.

Seite 57—59. Die Beförderung und Aufrichtung schwerer Körper im Altertum.

[1]) Der Transport und die Aufrichtung schwerer Körper in vorgeschichtlicher Zeit. Globus, Bd. 80, 1901, S. 192. — [2]) Elfreth Watkins, in: Smithsonian Report 1898. — [3]) Nach dem Befund von Dr. William H. Dall. — [4]) Watkins, a. a. O. — [5]) Die Note 1.

Seite 60—69. Heben und Verschieben von Bauwerken.

[1]) Feldhaus, in: Zeitschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereins, 1909, S. 498—500. — [2]) Siehe das voraufgegangene Kapitel. — [3]) Prometheus, 1907, S. 490. — [4]) Nach dem Bericht des Biographen Vasari, in: Vite de' più eccellenti pittori, architetti e scultori italiani da Cimabue sino ai tempi nosti, 1568. — [5]) Fontana, Della Transportatione dell' Obelisco Vaticano, Rom 1590. Ein Auszug daraus bei: T. Beck, Beiträge zur Geschichte des Maschinenbaues, 1900, S. 485—501. Das Modell von Fontana wurde 1909 während des Druckes meines Buches wieder in Rom aufgefunden. — [6]) Nach Mitteilungen seines Sohnes und einer bei Hoppes Tod erschienenen Denkschrift. — [7]) Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, 1888, S. 1003. — [8]) Nach Mitteilungen von W. Homann.

Seite 70—83. Schußwaffen des Altertums und frühen Mittelalters.

[1]) F. M. Feldhaus, in: Schuß und Waffe, 1909, S. 255—260. — [2]) Bibel, 2. Chronica, 26, 15. — [3]) Forrer, Reallexikon, Stuttgart (1908). — [4]) Der Bumerang, in: Zeitschrift für historische Waffenkunde, I, S. 217; Forrer, a. a. O., S. 128; Virgil, Aeneis, VII, 741; Isidorus, Orig. 18, 7, 7. — [5]) R. Schramm, in: Jahrbuch der Gesellschaft für lothringische Geschichte, Bd. 18, 1906, S. 278; C. Wescher, Poliorcetique, Paris 1867, S. 80. — [6]) R. Schneider, Die antiken Geschütze auf der Saalburg, in: Umschau, 1905. — [7]) Diodorus Siculus, XIII, 41. — [8]) Plinius, Hist. nat., VII, 201. — [9]) Jahrbuch der Gesellschaft für lothringische Geschichte, Bd. 18, 1906, S. 276. — [10]) Wie Note 6. — [11]) Schramm, in: Jahrbuch der Gesellschaft für lothringische Geschichte, 1904, und 1906. — [12]) R. Schneider, Geschütze auf antiken Reliefs, in: Mitteilungen des kaiserl. Archäologischen Instituts, Rom 1905, Bd. 20, S. 166—184. — [13]) Ebenda, S. 173; Altertümer von Pergamon, Berlin 1885, II, (Tafeln 45, 1); II, (Text) S. 95—127. — [14]) Bibliotheca mathematica, Leipzig 1901, S. 382/83. — [15]) Forrer, Reallexikon der prähistorischen Altertümer, Artikel: Bogen. — [16]) G. Friederici, in: Globus, 1907, Juni. — [17]) Über Armbrüste: Jähns, Gesch. d. Kriegswissenschaften, München 1889, S. 127, 187, 253, 289, 500. —

[18]) Es kommen viele in den Manuskripten vor, vgl.: Beck, Beiträge zur Geschichte des Maschinenbaues, 1900, S. 465. Die hier besprochene große Armbrust zeichnet Leonardo in: Codice atlantico, Blatt 53 v b. Sie ist abgebildet in: Herzfeld, Leonardo, Jena 1906, Tafel 3.

Seite 84—86. Griechisches Feuer.

[1]) Die Quellen bearbeitete: v. Romocki, Geschichte der Explosivstoffe, Berlin 1895, Bd. I, S. 5—22, 330. — [2]) R. Schneider, in: Zeitschrift für historische Waffenkunde, 1909, S. 83—86. — [3]) Feldhaus, in: Frankfurter Zeitung, Nr. 248, 1908.

Seite 87—97. Explosivstoffe.

[1]) Prokopius, Gotenkrieg, IV, Kap. 17; v. Romocki, Geschichte der Explosivstoffe, 1895, I, S. 7—9. — [2]) Apollodor, Poliorketik, de mur.; v. Romocki, Geschichte der Explosivstoffe, I, 1895, S. 8—9. — [3]) Thukydides, IV, 100; v. Romocki, a. a. O. — [4]) v. Romocki, I, S. 9. — [5]) F. M. Feldhaus, Essig als Sprengmittel, in: Zeitschrift für das gesamte Schieß- und Sprengstoffwesen, 1908, Nr. 6, S. 118. — [6]) v. Romocki, a. a. O., I, S. 47—48, 54; Hirth, Chinesische Studien, Bd. I. — [7]) Baco, De mirabili potestate artis et naturae. Davon zwei Manuskripte: Bodleian Library, Oxford (Digb. 164) und Britisches Museum, London (Sloane 2156). Druckausgabe: 1618 Hamburg. — [8]) Hime, Gunpowder and Ammunition, their origin and progress, London 1904. — [9]) Bibl. nation., Paris, Ms. 7156 und 7158; v. Romocki, a. a. O., I, S. 114—132. — [10]) Über Severin: Alle meine Nachforschungen in Schlesien waren ergebnislos. Über Altirel: V. Bruno, Teatro degl' inventori, Neapel 1603, S. 178. Über Tibseles: I. Upmann, Das Schießpulver, Braunschweig 1874, S. 9. — [11]) Annalen der Sung-Dynastie; Übersetzung samt Urtext bei: v. Romocki, a. a. O., I, S. 57. — [12]) Albertus, Opus de mirabilibus mundi, Exemplar in der Kgl. Bibl. Berlin; Johann Matthäus aus Luna, De rerum inventoribus, 1520, Kap. 12, Bl. 10. — [13]) Handschriften der Bibliothèque Nationale in Paris, Signaturen: Ms. 1127, Fonds ancien und Ms. 643, Fonds Asselin; Romocki, a. a. O., S. 68—75, 206. — [14]) Muratori, Rer. Ital. Script., Band 17, S. 397. — [15]) Cod. iconogr. 242, Hof- und Staatsbibliothek in München. — [16]) Lacabane, Bibliothèque de l'école des chartes, 1844, S. 36. — [17]) Cod. l. m. 4350, Staatsbibliothek München; Guttmann, Monumenta pulveris, London 1906. — [18]) Feldhaus, in: Zeitschrift für das gesamte Schieß- und Sprengstoffwesen, München 1909, S. 275. — [19]) Cod. germ. 600 der Hof- und Staatsbibliothek in München; Jähns, Geschichte der Kriegswissenschaften, München 1889, S. 229—236. — [20]) Sie wurden von Essenwein, Quellen zur Geschichte der Feuerwaffen, stark verzeichnet veröffentlicht. — [21]) Über diesen Abraham vgl. Feldhaus, in: Zeitschrift für historische Waffenkunde, Bd. V, S. 27. — [22]) Kopp, Beiträge zur Geschichte der Chemie; Lasswitz, Gesch. d. Atomistik. — [23]) Über Schönbein: Times, London, 13. Nov. 1846; vgl. Darmstaedter, Handbuch, Berlin 1908.

Seite 98—131. Geschütze.

[1]) Metzer Reimchronik im Bezirks-Archiv zu Metz; Huguenin, Les chroniques de Metz, S. 45, 47. — [2]) O. Guttmann, Monumenta pulveris pyrii, London 1906, Fig. 69. — [3]) Chronik von Cividale des Juliano Canon. Cividal., abgedruckt bei: Muratori, Rerum Ital. Script., Bd. 24, S. 1228. — [4]) In der Ausgabe der Werke Petrarcas, Genua 1640, S. 303. — [5]) Schunk, Beiträge zur Mainzer Geschichte, Bd. I, S. 39. — [6]) Laurent, Aachener Stadtrechnungen, Aachen 1866, S. 182. — [7]) Archiv zu Doornik, cuir noir, fol. 20. — [8]) Würdinger, Kriegsgeschichte von Bayern, 1868, Bd. II, S. 342. — [9]) Viele dieser Geschützdaten aus deutschen Städten müssen noch eingehend nachgeprüft werden. — [10]) Mühldorf: Bayr. Annalen, Vaterlandskunde 1835, S. 30; Einbeck: Gram-Heinze, Das Alter des Pulvers, Kiel 1782, S. 86; Braunschweig:

Jähns, Geschichte der Kriegswissenschaften, München 1889, S. 227; Augsburg: Würdinger, a. a. O., II, S. 397. — [11]) F. M. Feldhaus, in: Zeitschrift für histor. Waffenkunde, 1909, S. 91. — [12]) Ausgabe von F. Pfeiffer, 1861, S. 773; Ausg. von H. Schulz, 1897, S. 231. — [13]) Abguß im Berliner Zeughaus. Signiert: 1904, Nr. 60; Jähns, a. a. O., S. 236. — [14]) Beiträge zur Geschichte der Handfeuerwaffen, Dresden 1905, Taf. 4, Abb. 3. — [15]) Sack, Altertümer der Stadt Braunschweig, Braunschweig 1841, S. 71—80. — [16]) O. Schwebel, Aus Alt-Berlin, S. 109. — [17]) v. Romocki, a. a. O., S. 187. — [18]) Manuskript Nr. 863; vgl. Cod. germ. fol. 877, kgl. Bibl. Berlin. — [19]) Cod. 5135, der Sammlungen des Allerhöchsten Kaiserhauses, Wien. — [20]) Cod. palat. germ. 258 Heidelberg; v. Romocki, a. a. O., S. 258. — [21]) Hälle, Buech von der Pixenmaisterey, Zeughaus zu Berlin (Nr. 19). — [22]) Cod. german. 600, Staatsbibliothek zu München. — [23]) F. M. Feldhaus, Was wissen wir von Berthold Schwarz? in: Zeitschrift für historische Waffenkunde, 1906, S. 65—69 und 113—118. — [24]) Handschrift 1481 a im Germanischen Museum zu Nürnberg. — [25]) Manuskript german. quart 487, kgl. Bibl. Berlin; Cod. pal. germ. 128, Heidelberg; v. Romocki, a. a. O., S. 215, 257. — [26]) André Thevet, La vie des hommes illustres, 1584. — [27]) Heinrich Salmuth, De rebus memorabilibus inventis et dependitis Guidonis Pancirolli, I, Amberg 1599; II, Frankfurt 1602. — [28]) Chronik von Salzburg, Bibliothek des Neuklosters zu Wiener-Neustadt, Blatt 66 v. — [29]) Ariosto, Orlando furioso, Gesang 11, Strophe 22 ff.; Neuausgabe von A. Kissner, München 1907. — [30]) Erasmus, Quaerimonia pacis, Bd. 4, S. 634 der Leidener Ausgabe aller seiner Werke, 1703. — [31]) Mitteilungen zur Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften, Hamburg 1908, S. 427—429. — [32]) Manuskript der herzogl. Bibliothek zu Dessau, Nr. 11029: 6179 B. — [33]) Berichte der Münchener Akademie der Wissenschaften, 1885, Phil.-histor. Klasse, 3; Jähns, a. a. O., S. 1227. — [34]) Jähns, a. a. O., S. 1618. — [35]) R. Schmidt, Entwicklung der Feuerwaffen, Schaffhausen 1868. — [36]) L. Darmstaedter, Handbuch zur Gesch. der Naturwissenschaften und Technik, Berlin 1908, S. 367. — [37]) Mieth, Artilleriae recentior praxis, Frankfurt und Leipzig 1683. — [38]) Biringuccio, Pirotechnia, Venedig 1540. — [39]) Das Werk ist ohne Gesamttitel. Es beginnt: „Dises Buch vnd Kriegsbeschreibung . . .“. — [40]) Frönsperger, Von Geschütz vnnd Fewrwerck, Frankfurt 1557. — [41]) Manuskript Nr. 3062, Hofbibliothek zu Wien; Manuskript Nr. 17, Großer Generalstab, Berlin. — [42]) Manuskript 10824 Hofbibliothek Wien; Cod. iconogr. 222, Staatsbibliothek zu München. — [43]) Mieth, Artilleriae recentior praxis, Frankfurt a. M. 1683, Buch 2. — [44]) Geißler, Neuer curieuser Kriegs- und Friedensstern, Dresden 1707. — [45]) Cod. 7239, Bibliothèque Nationale. — [46]) Nach der Zeichnung von J. Stradanus, gestochen von P. Galle. Kupferstich des Zuges gegen Camolia Sina (Kupferstichkabinett Berlin). — [47]) Schreiber, Büchsenmeister Discurs, Brieg 1656. — [48]) Cod. chart. fol. 559. — [49]) L. Darmstaedter, a. a. O., S. 129. — [50]) F. M. Feldhaus, Alfred Krupp und die Erfindung der Gußstahlläufe, in: Archiv für Geschichte der Technik, Leipzig 1909, S. 152—155.

Seite 132—140. Panzerungen.

[1]) F. M. Feldhaus, Panzerungen, in: Schuß und Waffe, Neudamm, Bd. 3, 1906. — [2]) L. Darmstaedter, Handbuch zur Geschichte der Naturwissenschaften und Technik, Berlin 1908, S. 59. — [3]) Ebenda, S. 235. — [4]) Cod. palat. germ. 126, Blatt 2, Universitätsbibliothek zu Heidelberg. — [5]) Harstörffer, Deliciae mathem., Nürnberg 1751. — [6]) d'Arçon, Mémoires pour servir à l'histoire du Siège de Gibraltar, 1783. — [7]) Über diese amerikanischen Panzerungen ist die zeitgenössische technische Literatur noch nicht bekannt geworden. — [8]) C. Matschoß, Geschichte der Dampfmaschine, Berlin 1901, S. 428. — [9]) Müller, Die Entwicklung der preußischen Küstenartillerie, Berlin 1879, S. 6. — [10]) Welt der Technik, Berlin 1905, S. 102. — [11]) Darmstaedter, a. a. O., S. 638.

Seite 141—159. Handfeuerwaffen.

[1]) Beiträge zur Geschichte der Handfeuerwaffen, Festschrift, Dresden 1905, S. 23—31, darin: Forrer, Meine gotischen Handfeuerrohre. — [2]) Ebenda, S. 35. — [3]) Pompejo Pellini, Historia de Perugia, S. 1007. — [4]) Chroniken deutscher Städte, Bd. 5, S. 21, Zeile 18. — [5]) Cod. germ. 600. — [6]) Chroniken deutscher Städte, Bd. 5, S. 36, Zeile 11. — [7]) Zeitschrift für historische Waffenkunde, 1905, S. 97. — [8]) Gasser, Annales Augsburgenses; v. Stetten, Geschichte von Augsburg, 1743. — [9]) Chroniken deutscher Städte, Bd. 1, S. 230 und 431. — [10]) F. M. Feldhaus, in: Zeitschrift für historische Waffenkunde, 1907, S. 256. — [11]) Cod. 1481 a im Germanischen Museum zu Nürnberg. — [12]) F. M. Feldhaus, Luntenschlösser, in: Schuß und Waffe, 1908, S. 303. — [13]) F. M. Feldhaus, Das Radschloß bei Leonardo da Vinci, in: Zeitschrift für historische Waffenkunde, Bd. 4, S. 153. — [14]) Jäger, Geschichte des schwäbischen Städtewesens, I, 422; Anzeiger für die Kunde deutscher Vorzeit, 1866, Sp. 173. — [15]) F. M. Feldhaus, Versteckte Schießwaffen, in: Daheim, 1907, Nr. 32, S. 22. — [16]) Zeitschrift für historische Waffenkunde, III, Heft 7—12. — [17]) F. M. Feldhaus, in: Schuß und Waffe, Bd. II, S. 168. — [18]) De la Noue, Discours militair, 1591, S. 430. — [19]) Beiträge zur Geschichte der Handfeuerwaffen, Festschrift für Thierbach, Dresden 1905, S. 103—107. — [20]) Cod. phil. 63, Universitätsbibliothek Göttingen, Blatt 109 a. — [21]) Jähns, a. a. O., S. 663. — [22]) Essenwein, Quellen zur Geschichte der Feuerwaffen, A. — [23]) Schuß und Waffe, 1900, Bd. 2, Nr. 7. — [24]) Ambrasaner Sammlung der Sammlungen des Allerhöchsten Kaiserhauses in Wien; Jähns, a. a. O., S. 418. — [25]) F. M. Feldhaus, in: Schuß und Waffe, 1908, S. 279. — [26]) Anzeiger für die Kunde deutscher Vorzeit, 1872, S. 349. — [27]) F. M. Feldhaus, Eisenhände, in: Universum 1907, S. 1113. — [28]) Bibliotheca mathematica, Leipzig 1901, S. 382. — [29]) F. M. Feldhaus, Windbüchsen, in: Zeitschrift für historische Waffenkunde, Bd. 3, S. 271 und 368. — [30]) Beiträge zur Geschichte der Handfeuerwaffen, Dresden 1905, S. 128—151. — [31]) Jähns, a. a. O.

Seite 160—165. Handgranaten.

[1]) F. M. Feldhaus, in: Schuß und Waffe, 1908, S. 417. — [2]) Solms, Kriegsregierung, 1547; Jähns, Geschichte der Kriegswissenschaften, 1889, S. 619. — [3]) Brechtel, Büchsenmeisterey, 1561, S. 62. — [4]) Boillot, Modèles... de guerre, Chaumont 1598. — [5]) Cod. chart. fol. 559, herzogl. Bibliothek zu Gotha. — [6]) v. Romocki, Geschichte der Explosivstoffe, I, 1895, S. 340—345. — [7]) Simienowicz, Ars magna Artilleriae, Amsterdam 1650; v. Romocki, I, S. 345. — [8]) Mieth, Artilleriae recentior praxis oder Neuere Geschützbeschreibung, Frankfurt 1683; Jähns, a. a. O., S. 1225. — [9]) Jähns, Geschichte der Kriegswissenschaften, München, II, 1890, S. 1228, 1237. — [10]) Über Montecuccoli vgl.: Jähns, a. a. O., II, 1162—1178. — [11]) Über Gärtner handelt das Programm des Gymnasiums zu Dresden, 1902, Nr. 625, S. III. — [12]) Deutsches Offiziersblatt, 1908, S. 337. — [13]) Neumann, Ballon und Motorluftschiff in der Marine, Berlin 1908, S. 34.

Seite 166—175. Höllenmaschinen.

[1]) Cod. phil. 63, Universitätsbibliothek Göttingen; v. Romocki, Geschichte der Explosivstoffe, I, 1895, S. 164. — [2]) Manuskript G, Institut de Paris, Blatt 44 h; T. Beck, Beiträge zur Geschichte des Maschinenbaues, 1900, S. 333. — [3]) Signatur 11029: 6179 B; v. Romocki, a. a. O., I, S. 265—278. — [4]) v. Romocki, a. a. O., I, S. 260—262. — [5]) Reinhold von Heidenstein, in: De bello Moscovitico, Krakau 1584, V. [6]) v. Weber, Aus der Welt der Arbeit, Berlin 1907, S. 211. — [7]) v. Romocki, a. a. O. — [8]) Eingehend behandelt bei: v. Romocki, a. a. O., I, S. 300—322. — [9]) Schuß und Waffe, 1908, S. 445 und 1909, S. 47. — [10]) Vgl. die Tageszeitungen und den Artikel in der Gartenlaube 1876.

Seite 176—185. Maschinenbetrieb durch tierische Kräfte.

[1]) Max Krause, Festschrift von A. Borsig, 1902 (Privatdruck), S. 15. — [2]) Carra de Vaux, Philon de Byzance, Paris 1902. — [3]) Vitruv, De architectura, Buch X, Kap. 2, 7; ebenda, X, Kap. 4, 1—3. — [4]) Cod. germ. 5, Hofbibliothek in München. — [5]) Die Miniaturen des Breviariums Grimani, Berlin 1905. — [6]) Chroniken deutscher Städte, Bd. 9, S. 604, Zeile 20. — [7]) Ebenda, Bd. 4, S. 324, Zeile 2. — [8]) Il Codice atlantico, Blatt 387 R. — [9]) Triumph. Blatt 97. — [10]) Ramelli, Le diverse et artificiose machine, Paris 1588, auf den Blättern 11, 12, 59, 74, 76, 80, 83, 87, 93, 123, 124, 170. — [11]) Zonca, Novo Teatro di Machine, Padua 1607, S. 25. — [12]) Beck, Beiträge, S. 537. — [13]) Deutsche Bauzeitung 1881, Nr. 91, S. 505; Zeitschrift des Breisgauvereins, X, 3—9. — [14]) Cod. lat. 197 der Hofbibliothek zu München, Blatt 63 v. — [15]) Z. B. in Cod. 719 (von 1450) des German. Museums in Nürnberg, in Cod. Palat. germ. 126 von 1496, Heidelberg, Blatt 16 r. — [16]) Agricola, De re metallica, Basel 1556, Buch 6. — [17]) Besson, Théatre des Instruments, Lyon 1578, Blatt 34. — [18]) Ramelli, Le machine, Paris 1588, Blatt 138. — [19]) Zonca, Novo Teatro di Machine, Padua 1607; das Blatt hat keine Seitenzahl. — [20]) Z.B.: Jost Amman, Staende und Handwerke, Frankfurt 1568, Blatt P II, V III, a III. — [21]) Herausgegeben von Essenwein, Frankfurt a. M. 1887, Blatt 34 a. — [22]) C. Matschoß, Entwicklung der Dampfmaschine, Berlin 1908, I, 358. — [23]) Ramelli, Le machine, Paris 1588, Blatt 57, 60, 27 und 28.

Seite 186—195. Wasserräder.

[1]) Carra de Vaux, Philon de Byzance, Paris 1902. — [2]) Vitruv, De architectura, Buch X, 10, 5. — [3]) Plinius, Histor. nat., Buch 18, 97. — [4]) Beckmann, Beyträge zur Geschichte der Erfindungen, Bd. 2, S. 22. — [5]) Ausgabe von Straub, Taf. 30. — [6]) F. M. Feldhaus, Villard von Honnecourt, in: Zeitschrift des österr. Ingenieur-Vereins, Wien, 1906, Nr. 30. — [7]) Carl Hofmann, Handbuch der Papierfabrikation, 1897. — [8]) Agricola, De re metallica, Basel 1556; T. Beck, Beiträge zur Geschichte des Maschinenbaues, Berlin 1900, S. 142. — [9]) Gerland und Traumüller, Geschichte der physikalischen Experimentierkunst, Leipzig 1899, S. 208. — [10]) L. Darmstaedter, Handbuch zur Geschichte der Naturwissenschaften und Technik, Berlin 1900. — [11]) Darmstaedter, a. a. O.: Wassersäulenmaschine; über Winterschmidt: Calvör, Acta historico-mechanica, Braunschweig 1763, sowie Akten des Bergamts zu Clausthal; über Höll: Delius, Bergbaukunde 1773, S. 379; über Reichenbach: Gilbert, Annalen, Band 59, S. 206.

Seite 196—201. Turbinen.

[1]) F. M. Feldhaus, Beiträge zur älteren Geschichte der Turbinen, in: Zeitschrift für das gesamte Turbinenwesen, München, Bd. 5, S. 569. — [2]) Cod. lat. 197, Blatt 18 r. — [3]) F. M. Feldhaus, in: Historisches Jahrbuch der Görresgesellschaft, 1905, Bd. 24, S. 950. — [4]) Codice atlantico, Blatt 2 r. — [5]) Besson, Théatre des instruments, Lyon 1578, Blatt 28. — [6]) Ramelli, Le machine, Paris 1588, Blatt 114 und öfter. — [7]) Verantius, Machinae novae, Venedig (1617), Kap. 15, 16 und 17. — [8]) Strada, Künstlicher Abriß allerhand Wassermühlen, Frankfurt a. M. 1629, Taf. 6 und 83. — [9]) Branca, Le machine, Rom 1629, Taf. 25. — [10]) Bélidor, Architectura hydraulica, 1737, Bd. 2, Kap. I, § 669. — [11]) Erschienen 1777, Bd. 2, S. 6. — [12]) Poncelet, Sur les roues hydrauliques, Metz 1826. — [13]) Fourneyron, Mémoire sur les turbines, Lüttich 1841. — [14]) Rühlmann, in: Zeitschrift des hannöverschen Architekten-Vereins, 1855. — [15]) Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Heft 51, 1904.

Seite 202—205. Meereskraftmaschinen.

[1]) F. M. Feldhaus, Eine Ebbe- und Flutmühle vor 470 Jahren, in: Welt der Technik, 1909, S. 121. — [2]) Cod. lat. 197 der Hofbibliothek zu München, Blatt 105/99 R. — [3]) Bélidor, Architectura hydraulica, 1737.

Seite 206—216. Windmühlen.

[1]) Heronis Alexandrini opera, edit. Schmidt, Leipzig 1899, Kap. 76, pneum. — [2]) J. M. Kemble, Codex diplom. aevi saxonici, 1845, I, 306. — [3]) J. Mabillon, Annales ordinis Benedicti, Paris 1713, V, 477. — [4]) Dodsworth et Dugdale, Monasticon Anglicanum, London 1682, I, 816. — [5]) Le Bret, Geschichte von Venedig, II, I, 233. — [6]) Lehmann, Chronika der Stadt Speyer, Frankfurt 1662, S. 847. — [7]) Codex 7121. — [8]) Cod. lat. 197, Blatt 19 r, 19 v, 47 r. — [9]) Manuskr. L, Blatt 35 b, Pariser Ausgabe; T. Beck, Beiträge zur Geschichte des Maschinenbaues, 1900, S. 327. — [10]) Cod. lat. 197 Hof- und Staatsbibliothek in München, Blatt 86—87; Beck, a. a. O., S. 287. — [11]) Gualtherus Rivius, Architectur, Nürnberg 1567. — [12]) Beck, a. a. O., S. 184. — [13]) Le Long, Koophandel van Amsterdam, 1727, II, 584. — [14]) Cardano, de rerum varietate, 1557, I, 10. — [15]) Das seltene Buch „Machinae novae" wird von T. Beck in seinen Beiträgen zur Geschichte des Maschinenbaues, Berlin 1900, eingehend behandelt. Aus Becks Werk sind die Figuren hier alle entnommen. — [16]) W. L. Hertslet, Treppenwitz der Weltgeschichte, 5. Aufl., S. 297—300.

Seite 217—230. Perpetua mobilia.

[1]) F. M. Feldhaus, Die geheimnisvollsten Maschinen, in: Unterhaltungsbeilage zur Täglichen Rundschau, Berlin 1906, Nr. 35 und 36. — [2]) Bibliothèque Nationale, Fond S. G. 1104, Blatt 5 r; vgl. dazu: F. M. Feldhaus, Villard von Honnecourt, in: Zeitschrift des österr. Ingenier-Vereins, Wien 1906, Nr. 30. — [3]) Cod. lat. 197, Hofbibliothek München, Blatt 58 r. — [4]) In einem Gespräch mit Rochus Freiherr von Liliencron, der mir diesen Ausspruch schrieb. — [5]) K. C. Schneider, Geschichte der Alchemie, Halle 1832. — [6]) Über diese und ähnliche Charlatanerien besitzt das Kaiserl. Patentamt in Berlin eine reiche Literatur. — [7]) Göttinger Taschenbuch 1797, S. 171. — [8]) Orffyreus, Gründlicher Bericht von dem glücklich inventierten perpetuo ac per se mobile, Leipzig 1715. — [9]) Kgl. Bibliothek Berlin, Kartensammlung, Libr. pictur., Nr. A 69. — [10]) Zonca, Novo Teatro di Machine, Padua 1621, S. 114. — [11]) Epistola Petri Peregrini de magnete, Augsburg 1558, Teil 2, Kap. 3. — [12]) Taisnierus, De magnete, Köln 1562. — [13]) Institutions physiques adressée à Mr. son fis, 1742. — [14]) Dinglers Polytechnisches Journal, 1827, Bd. 25, S. 180.

Seite 231—236. Püstriche.

[1]) F. M. Feldhaus, Über Zweck und Entstehungszeit der sogenannten Püsteriche, in: Mitteilungen des Germanischen Museum, 1908. — [2]) Das meiste aufgeführt bei: M. F. Rabe, Der Püstrich, Berlin 1852. — [3]) Schweiggers Neues Journal der Chemie, 1810, I, 4. — [4]) Georg Fabricius, De rebus metallicis, 1561. — [5]) H. v. Freydorf, Zeitschrift für Kulturgeschichte, 1902/03. — [6]) Albertus, De meteoris, Buch 3, Traktat 2, Kap. 17. In der Neuausgabe seiner Werke, Paris, Bd. 4, 1890, S. 634, Spalte 2. — [7]) Cod. phil. 63, Universitätsbibliothek Göttingen, Blatt 95 b. — [8]) Rabe, a. a. O.; G. Lutze, Aus Sondershausens Vergangenheit, Sondershausen 1907, Bd. 2, S. 90; F. M. Feldhaus, Dampfapparat oder Taufbeckenträger, in: Welt der Technik, 1909, Nr. 1. — [9]) Mitteilungen des Vereins für Erdkunde zu Halle, 1903, S. 62. — [10]) Weber, De Pustero, 1723. — [11]) Abgebildet in: Schlosser, Kunst- und Wunderkammern, 1906, S. 113. — [12]) J. T. Hermes, Sophiens Reise von Memel nach Sachsen, Leipzig 1770, Bd. 2, S. 461. — [13]) Bd. 7, 1889, Stichwort: Püster.

Seite 237—244. Heißluftmaschinen.

[1]) Carra de Vaux, Philon de Byzance, Paris 1902. — [2]) Schmidt, Heronis Opera, Leipzig 1899—1903, Bd. I, S. 215, 81, 263, 175 und 179. — [3]) Ausgabe von Commandino, 1575. — [4]) Cod. iconogr. 242, Hofbibliothek zu München, Blatt 11 b. — [5]) Leonardo, Codice atlantico, Blatt 5 b. — [6]) C. Matschoß, Entwicklung der Dampfmaschine, Berlin 1908, II, S. 707—708.

Seite 245—266. Dampfmaschinen.

[1]) C. Matschoß, Entwicklung der Dampfmaschine, Berlin 1908, I, S. 23. [2]) Vitruv, De architectura, Buch 1, Kap. 6, 2; Heronis Opera, Ausg. von Schmidt, Leipzig 1899, I, S. 491. — [3]) Heron, Druckwerke, Buch 2, Kap. 3, 6 und 11; Schmidt, Heronis Opera, Leipzig 1899—1903, Bd. I, S. 215, 221, 231, 305. — [4]) Agathias, De imperio Justiniani, Buch 5, Kap.: de machinis. [5]) Manuskript B, Blatt 33r; T. Beck, Beiträge zur Geschichte des Maschinenbaues, 1900, S. 348. — [6]) Vitruv, De architectura, Ausg. von Cesare Cesariano, Como 1521, Vorrede. — [7]) Porta, Pneumaticorum libri III, Neapel 1601, Buch 2, Kap. 7; Beck, a. a. O. S. 264. — [8]) de Caus, Raisons des forces mouvantes, Frankfurt a. M. 1615, Blatt 2—3. — [9]) Johann Jakob Wenzelaus Dobrzensky, Nova philosophia de fontibus, Ferrara 1659. — [10]) Worcester, A Century of inventions, London 1663, Art. 68; Dircks, Inventors, S. 248; Poggendorff, Geschichte der Physik, S. 533; A. Ainger, in: Quart. Journal of Science, N. Ser., Bd. 5, S. 322. — [11]) Matschoß, a. a. O., I, 285—287. — [12]) Papin, La manière d'amoullir les os, Amsterdam 1681; Papin, A new digester, London 1684. — [13]) Acta Eruditorum, 1690, S. 410. — [14]) Papin, Ars nova ad aquam ignis adminiculo efficatissime elevandam, Frankfurt a. M. 1707. — [15]) Den Unsinn brachte Piderits, Geschichte von Cassel, 1833, auf; widerlegt: Sitzungsberichte der Berliner Akademie, phys.-math. Klasse, Bd. 44, 1882, S. 979. — [16]) Matschoß a. a. O., Bd. 1, S. 117 und 304. — [17]) Gerland, Leibniz' Briefwechsel, Bd. 3, S. 402. — [18]) Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, 1905, S. 151. — [19]) F. M. Feldhaus, Irrtümer in Stein und Erz, in: Unterhaltungsbeilage zur Tägl. Rundschau, 1906, Nr. 206. — [20]) Über Watt berichtet Matschoß a. a. O. sehr eingehend. — [21]) Matschoß, a. a. O., I, S. 149. — [22]) Bd. I, S. 277.

Seite 267—270. Sonnenkraftmaschinen.

[1]) Feldhaus, Eine Sonnenkraftmaschine vor 300 Jahren, in: Welt der Technik, Berlin 1909, S. 68. — [2]) La Perspective, London 1612; Institutions harmoniques, Frankfurt a. M. 1615; Les Raisons des Forces mouvantes, Frankfurt a. M. 1615; Paris 1624; Hortus Palatinus, Frankfurt a. M. 1620; La Pratique des Horloges solaires, Paris 1624.

Seite 271—279. Gasmaschine.

[1]) Huygens, Opera varia, I, S. 280. — [2]) Hautefeuille, Pendule perpétuelle, Paris 1678. — [3]) Papin, in: Acta eruditorum, Sept. 1688, S. 497; vgl. ebenda 1690, S. 410. — [4]) Repertor. of Art and Manufact., III. — [5]) L. Darmstaedter, Handbuch zur Geschichte der Naturwissenschaften und Technik, Berlin 1908, S. 278. — [6]) Eyth, Im Strom der Zeit, Heidelberg 1904, Bd. 1, S. 28—36. — [7]) F. M. Feldhaus, Biographien von Otto und Langen, in: Allgemeine Deutsche Biographie, Bd. 52, S. 734 und 53, S. 769. — [8]) F. M. Feldhaus, Bei einem alten Mechaniker, in: Zur guten Stunde, Nr. 27, 1908, S. 654. — [9]) F. M. Feldhaus, S. Marcus, in: Allgemeine Automobil-Zeitung, Berlin 1908, Nr. 15, 21, 26, 29, 39, 54; 1909, Nr. 2; derselbe in: Welt der Technik, 1908, S. 341. — [10]) Der praktische Maschinen-Constructeur, 1874, S. 4—371. — [11]) Das deutsche Patent von Schrabb und Terrien datiert von 4. Mai 1878, Nr. 4008. — [12]) Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, 1895, Heft 12—21. — [13]) Revue industrielle, 1897, Nr. 41, S. 405.

Seite 280—319. Flugschiffahrt.

[1]) Diodoros Sicul., IV, 77; Virgil, Aeneis, VI, 14—19; Ovid, Metamorph., VIII, 198 ff; Pausanias, IX, 11. — [2]) v. d. Hagen, Heldensagen, Bd. I, S. 101. — [3]) Stanley, Through the dark continent; Deutsch: Zeitschrift für Luftschiffahrt, 1889, S. 240. — [4]) Sammlungen des vorderasiatischen Museums in Berlin. — [5]) F. M. Feldhaus, in: Illustrierte Aeronautische Mitteilungen 1909,

S. 134; nach dem Manuskript 19, Blatt 66 des Kupferstichkabinetts in Berlin. — [6]) Das buch der geschicht des großen allexanders, Straßburg 1488. — [7]) Archäologische Zeitung, 1867, S. 125; Bulletin de l'institut archéolog., 1868, S. 35. — [8]) Aulus Gellius, Noctes Atticae, X, 12. — [9]) Suetonius, Vita Neronis, Kap. 12. — [10]) Arnobius Afer, Adversus gentes, II, Kap. 12, Ausg. von I. Orell, Leipzig 1816, I, S. 56; I. A. Fabricius, Codex Apocryphus. Novi Testamenti, Hamburg 1703; Illustrierte Aeronautische Mitteilungen, 1904, S. 270. — [11]) Bibliotheca mathematica, 1897, S. 85; Sitzungsberichte der physik.-med. Sozietät, Erlangen, Bd. 38, 1906, S. 146. — [12]) A. Guttierez de Torres, El sumario de los maravillosas, Toledo 1524; Dict. of nat. biogr., XLII, 140. — [13]) L. Cousin, Histoire de Constantinople, Paris 1672—74, Bd. 5, S. 115; Rich. Knolles, Historie, London 1603. — [14]) Baco, De secretis operibus, edit. Brever, London 1859, S. 533; S. Vogl, Die Physik Roger Bacos, Dissertation, Erlangen 1906, S. 99. — [15]) Das Bild befindet sich im neuen Luftschiff-Musum in Frankfurt a. M. — [16]) T. Beck, Beiträge zur Geschichte des Maschinenbaues, Berlin 1900, S. 349—352. — [17]) In Leonardos Manuskripten findet man die besten Entwürfe: Cod. atlant. 276a, 278b, 317b, 369a, 381b; Manuskript B, 73b, 74a und b, 83b. — [18]) Sul volo degli uccelli, Ausg. Paris 1893, Blatt 16r. — [19]) Manuskript B, Blatt 73v. — [20]) Sul volo degli uccelli, Ausg. Paris 1893, Blatt 7v. — [21]) Ebenda, von Leonardo im Innendeckel notiert. — [22]) Codice atlantico, Blatt 381v; Feldhaus, Luftfahrten einst und jetzt, Berlin 1908, Abbildung S. 154. — [23]) Verantius, Maschinae novae, 1617, Kap. 39. — [24]) Des neu-eröfneten Ritter-Saals 17. Theil, S. 376. — [25]) Lichtenbergs Magazin, 1781, zweytes Stück, S. 110. — [26]) Annales de chimie, Bd. 36, 1800, Artikel von le Normand. — [27]) Rélation de la 20ème Ascension de Blanchard. — [28]) Der Fallschirm, in: Feldhaus, Luftfahrten einst und jetzt, Berlin 1908, S. 154—159. — [29]) J. E. Burggravius, Achilles redivivus, Amsterdam 1612. — [30]) Tägliche Rundschau 20. Aug. 1907. — [31]) Zeitschrift für Luftschiffahrt, I, 1882, S. 98. — [32]) Scaliger, de subtilitate, Paris 1557, Exorc. 376. — [33]) Pegelius, Thesavros, Rostock 1604, S. 108 und 123. — [34]) Porta, Magia Naturalis, Buch 20, Kap. 10. — [35]) J. Schmidlap, Künstliche und rechtschaffene Feuerwerck, Nürnberg 1591, Blatt 4v. — [36]) Wecker, De secretis, Basel 1592, Buch 13, Kap. 14, S. 654 und Buch 17, S. 878. — [37]) Kircher, Ars magna lucis, Rom 1646, S. 826—827. — [38]) Schwenter, Erquickstunden, Bd. I. Teil 12, S. 472. — [39]) F. H. Fleyder, De arte volandi, Tübingen 1627. — [40]) L. Beyerlink, Magnum Theatrum, Köln 1631, Bd. A, S. 176, Bd. C, S. 144. — [41]) Wilkins, Daedalos, London 1630. — [42]) Borelli, De motu animalium, Rom 1680, Bd. 1, Kap. 22, prop. 182 und 204. — [43]) Pasch, Schediasma de inventis, Kiel 1695, Kap. 6, S. 212. — [44]) In der Simplizissimus-Ausgabe von 1684; nach dem Roman „Der Mann im Mond", London 1638, Paris 1648; abgebildet: F. M. Feldhaus, Luftfahrten, Berlin 1908, S. 31. — [45]) A. Oldoini, Athenaeum Augustum, Perugia 1678, S. 168; C. Crispolti, Perugia Augusta, Perugia 1648, S. 360. — [46]) Becher, Närrische Weißheit, Frankfurt a. M. 1682, Nr. 42 — [47]) John Greaves, Relations, Paris 1663, Bd. 1, S. XIV; J. J. Becher, De nova temporis, London 1680, S. 3. — [48]) Wagenseil, Geschichte der Stadt Augsburg, 1820, Bd. 2, S. 485. — [49]) Journal des Savans, 1678, S. 426; Feldhaus, Luftfahrten, Berlin 1908, Abb. S. 30. — [50]) Englisches Patent Nr. 131, Absatz 77; Worcester, A century of inventions, 1663. — [51]) Lana, Prodromo . . . di . . . inventioni . . . all' arte maestra . . ., Brescia 1670, Kap. 5, S. 50—51; Frankfurter zeitgemäße Broschüren, Hamm 1909, Bd. 28, Nr. 6, S. 152—154. — [52]) Siehe hier Note 42. — [53]) Die beste — wenn auch nicht erschöpfende — Arbeit über Gusmao: Frankfurter zeitgemäße Broschüren, Hamm 1909, Bd. 28, Nr. 7, S. 165—198. Während des Druckes meines Buches erschien: B. Wilhelm, Die Anfänge der Luftfahrt, Hamm 1909. — [54]) Valentini, Musei Museorum, Frankfurt 1714, Bd. 3, S. 35. — [55]) Jahrgang 1709, Nr. 609. — [56]) Abbildung der erfundenen Kunst zu fliegen, Wien 1709; Abbildung eines sonderbahren Lufft-Schiffes, Wien 1709; Nachricht von dem Fliegenden Schiffe, Wien 1709; Der neubestellte Agent, Freiburg 1709, S. 815; Hallische Zeitungen 1709. — [57]) C. A. v. Anacker, Reisebeschreibung,

1733. — [58]) Nach Valentini; vgl. Note 54. — [59]) Auch die gründliche, hier in Note 53 genannte Arbeit läßt noch manche Frage offen. — [60]) Agricola, Universal-Vermehrung aller Bäume, Leipzig, Bd. 2, 1717. — [61]) Cod. Germ. fol. 132, Bd. 1, Blatt 146; anonym erschien von Kindermann: „Reise auf dem Lufft-Schiff", Lemgo 1744; F. M. Feldhaus, in: Illustrierte Aeronautische Mitteilungen, 1907, S. 53; derselbe in: Gartenlaube, 1909, Nr. 36, Abb. 9. — [62]) z. B.: Berliner Tageblatt vom 9. und 10. Aug. 1909; Bourgeois, Recherches sur l'art de voler, 1784, S. 64. — [63]) Zeitschrift für Luftschiffahrt, Bd. 1, S. 100. — [64]) Meerwein, Der Mensch! Sollte er nicht mit Fähigkeiten zum Fliegen gebohren seyn. Emmendingen 1781; Meerwein, Kunst zu fliegen, Basel und Frankfurt 1784; auch französisch, Basel 1784. — [65]) Böckmann, Kleine Schriften, Karlsruhe 1789, Bd. 1. — [66]) I. K. D. Curio, Blanchard der Luftschiffer, Braunschweig 1788. — [67]) Degen, Beschreibung einer neuen Flugmaschine, Wien 1808; Zeitung für die elegante Welt, 1808, Nr. 147; Bayreuther Zeitung vom 12. Mai 1807; Illustrierte Aeronautische Mitteilungen, 1904, S. 280—286. — [68]) Claudius, Nachricht meiner Luft-Reisen, Berlin 1834; Illustrierte Aeronautische Mitteilungen, 1904, S. 287—291. — [69]) Manuskript. B, Blatt 83b; Feldhaus, Luftfahrten, Berlin 1908, Abb. S. 24. — [70]) Mechanics Magazine, Bd. 38, S. 257. — [71]) Frankfurter Journal vom 1. Okt. 1851. — [72]) Kreß, Aeroveloce, Lenkbare Flugmaschine, Wien 1880. — [73]) Lilienthal, Der Vogelflug, Berlin 1889. — [74]) L'Illustration de Paris, Nr. 124, 1909.

Seite 320—348. Ballonschiffahrt.

[1]) Rothschild, La Colonne Trajane, Paris 1872—74, Taf. II, S. 104; Feldhaus, in: Gartenlaube, 1909, Nr. 36, Abb. 4. — [2]) Cod. phil. 63 der Universitätsbibliothek in Göttingen, Blatt 104b und 105a; S. v. Romocki, Geschichte der Explosivstoffe, Berlin 1895, S. 160—61. — [3]) Manuskript II, 40, Blatt 104; Feldhaus, in: Gartenlaube, 1909, Nr. 36, Abb. 6. — [4]) Cod. germ. fol. 94, Blatt 198; Feldhaus, in: Illustrierte Aerouautische Mitteilungen, Bd. 10, 1906, S. 116, Abb. 4. — [5]) Schmidlap', Künstliche vnd rechtschaffene Feuerwerck, Nürnberg 1591, Blatt 4v. — [6]) v. Romocki, a. a. O., S. 47, Abs. 3 und S. 161—162. — [7]) Ueberlacker, Abhandlung über die Luftkugeln, wodurch erwiesen wird, daß Albertus de Saxonia der Urheber sei, 1784. — [8]) Kircher, Ars magna lucis, Rom 1646, S. 826—827. — [9]) Histoire comique des état et empire de la lune, Paris (anonym) 1650. — [10]) C. Schott, Magia universalis, Würzburg 1658, III, Buch 3, S. 272; Frankfurter zeitgemäße Broschüren, Bd. 28, 1909, S. 158. — [11]) C. Schott, a. a. O., S. 268. — [12]) E. P. A. Roland, Eroberer der Lüfte, Stuttgart (1909), S. 48. — [13]) Auch der Herausgeber des Leibniz-Briefwechsels, Prof. Gerland-Clausthal, kennt den Brief nicht. — [14]) Leibniz, Opera omnia, Bd. 2, II, Genf 1768, S. 82; Gerland, Leibnizens nachgelassene Schriften, Leipzig 1906, S. 7—9. — [15]) Lana, Prodromo . . . di . . . arte maestra, Brescia 1670, Kap. 5 und 6. — [16]) Frankfurter zeitgemäße Broschüren, Hamm, Bd. 28, Heft 6, 1909; Illustrierte Aeronautische Mitteilungen, 1909, S. 399. — [17]) Lohmeier, Exercitatio physica de artificio navigandi per aërem, Rinteln 1676. — [18]) Bernardo Zamanga, Navis aeria, Rom 1768. — [19]) Josef Galien, L'art de naviguer dans les airs . . . . amusement physique et géométrique . . . . Avignon 1755; 2. Aufl. 1757. — [20]) Cavendish, Experiments on factitious air, in: Phil. Trans. 1766. — [21]) Cavallo, History of aerostation, London 1785, S. 31. — [22]) J. M. Montgolfier, Memoire sur la machine aérostatique, 1784; B. Faujas de St. Fond, Déscription de la machine aérostatique de M. M. Montgolfier, 1783/84; aus letzterem Buch ein deutscher Auszug von C. G. v. Murr, Leipzig und Nürnberg 1784. — [23]) Goethes sämtliche Werke (Jubil.-Ausg.), Bd. 39, S. 47. — [24]) F. M. Feldhaus, in: Illustrierte Aeronautische Mitteilungen, 1906, Heft 9; vgl.: 1908, S. 524. — [25]) Kgl. Bibl. Berlin, Og. 18410, Nr. 2: „M. C****, Le Mouton, le canard et le coq, Fable dialoguée, Brüssel 1783". — [26]) Journal de Physique, Juli 1784. — [27]) Revue du Génie, 1888, Bd. 2, S. 247; Illustrierte Aeronautische Mitteilungen, 1905, S. 137—144, 353—361, 373—387. — [28]) Hayne, Ver-

such über die neu erfundene Luftmaschine des Herrn Montgolfier, besonders inwiefern solche in der Kriegskunst eine Änderung machen könne. Berlin 1784. — [29]) Illustrierte Aeronautische Mitteilungen, 1907, April, S. 124. — [30]) Illustrierte Aeronautische Mitteilungen, a. a. O., S. 126. — [31]) Lichtenberg, Magazin III, 1785, S. 182; Illustrierte Aeronautische Mitteilungen, 1907, S. 123 bis 128. — [32]) Jaennicke, Bericht über ..... Blanchard, Frankfurt a. M. 1785. — [33]) Ila, Wochenrundschau, Frankfurt a. M. 1909, S. 106. — [34]) Flugschriften usw., Kgl. Bibl. Berlin, Og. 18458; F. M. Feldhaus, Deutsche Erfinder, 1908, S. 185 bis 195. — [35]) Über die Anfänge der Militärluftschiffahrt und ihre Verwendung im Feldzuge, 1794, in: Mitt. d. k. u. k. Kriegsarchivs, dritte Folge, V. Bd., Wien 1907, S. 138, 142, 155. — [36]) Der Ballon war 1909 auf der Internationalen Luftschiffahrts-Ausstellung in Frankfurt a. M. ausgestellt und wurde auf S. 50 der „Ila-Wochenrundschau" abgebildet.

Seite 349—368. Luftschiffahrt.

[1]) Zuerst ausgestellt in Frankfurt a. M., 1909. — [2]) Kratzenstein, L'art de naviguer dans l'air, Leipzig 1784. — [3]) Patinho: Historischer Führer durch die Ila, Frankfurt a. M. 1909, Abb. S. 7; — Dissertation sur les aerostates par A. G. Ro***, Genf 1784. — [4]) Wiener Zeitg. v. 23. Februar 1799; Kaiserer, Über meine Erfindung, einen Luftballon durch Adler zu regieren, Wien 1801, S. 16; Neudruck, Wien 1902. — [5]) Abgebildet: F. M. Feldhaus, Luftfahrten einst und jetzt, Berlin 1909, S. 106. — [6]) Comptes rendus, Bd. 71, 1870, S. 683. — [7]) Dupuy de Lôme, Note sur l'aérostat à hélice construit pour le compte de l'état, Paris 1872; Comptes rendus, Bd. 71, S. 502 und 542; Mémoires de l'académie, Bd. 40, Paris. — [8]) Die Luftflotte, Berlin 1909, Nr. 6, S. 4, Nr. 7, S. 9; Zeitschrift für Luftschiffahrt, 1885, Bd. 4, S. 19. — [9]) Der praktische Maschinen-Constructeur, 1874, S. 4—371; Zeitschrift des österr. Ingenieur-Vereins, 1909, S. 89. — [10]) Feldhaus, Luftfahrten, 1908, S. 122 bis 127, ders. in: Technische Rundschau des Berliner Tageblatts Nr. 43, vom 21. Okt. 1908. — [11]) H. Hoerners, Lenkbare Ballone, Leipzig 1902, S. 26—31. — [12]) Wölfert, Lenkbares Luftschiff für militär. Zwecke, 1887. — [13]) National-Zeitung, 13. Juli 97. — [14]) Zeitschrift für Luftschiffahrt, Bd. 16, S. 242; Illustrierte Aeronautische Mitteilungen, Bd. 1, S. 2. — [15]) Zeitschrift für Luftschiffahrt, 1882, S. 256. — [16]) B. Neumann, Die Metalle, Halle 1904, S. 396. — [17]) Neue Freie Presse, Wien 1908, 30. Sept.; über Schwarz vgl.: Hoerners, Lenkballone, Leipzig 1902, S. 31 und 256. — [18]) D. R. P. Nr. 98580 vom 31. Aug. 1895 und Nr. 103569 vom 28. Dez. 1897. — [19]) Nach eingehenden brieflichen Darlegungen des Grafen an mich. — [20]) Schallplatte der Fabrik Favorite in Hannover-Linden. — [21]) Santos-Dumont, My Airships, London 1904; deutsch von L. Holthof, Stuttgart 1905.

Seite 369—383. Tauchapparate.

[1]) Herodot, VIII, 8. — [2]) Aristoteles, problem. 2. — [3]) Aristoteles, problem. 32, 5; Beck, Beiträge, S. 240; Weltall, Bd. 7, S. 36, 1907; vgl.: F. M. Feldhaus, Weltall, 1909, Bd. 9, S. 205. — [4]) Philon de Byzance par Carra de Vaux, Paris 1902. — [5]) Pausanias, XII, 24. — [6]) Livius, XLIV. 10. — [7]) Lucanus, Pharsalia, III, 697—708. — [8]) F. Vogt, Halle 1880, S. 35, Strophe 174 und S. 71, Strophe 342—344. — [9]) Baco, De secretis operibus, édit. Finée, Paris 1542; edit. Brewer, 1859, S. 533. — [10]) Goethe, Faust II, 1, Lustgarten. — [11]) Handschr.: „Romain d'Alexandre", Nr. 11040 der Bibliothèque de Bourgogne zu Brüssel; Handschr.: „L'Ystoire du Roi Alexandre", Nr. 19 des Kupferstichkabinetts zu Berlin. — [12]) Cod. germ. 5, Hof- und Staatsbibliothek München, Blatt 179b und 180a. — [13]) Joh. Hartlieb, Das buch der geschicht des großen allexanders, Straßburg 1488, Blatt q III v. — [14]) Cod. phil. 63, Blatt 62a, Göttingen, Universitäts-Bibliothek. — [15]) Cod. lat. 197, Blatt 14r, Hof- und Staatsbibliothek München. — [16]) Valturio, De re militari, Verona 1472. — [17]) Flavii Vegecii Renati kurcze red von der Ritterschafft,

Augsburg um 1476, bearbeitet von Hohenwang. — [18]) Der hier wiedergegebene Entwurf ist aus Manuskript B, Blatt 18 r (Paris, Institut de France). Die beiden anderen stehen im Codice atlantico, Blatt 7 R a und 386 R b. Sie sind wiedergegeben von Feldhaus, in: Weltall, Treptow, Bd. 9, 1909, S. 205; und von T. Beck, in seinen Beiträgen (Berlin 1900), Fig. 724; Eine zeitgenössische Malerei eines Taucheranzuges aus Eybes Erlanger Handschrift siehe: Feldhaus, in: Gartenlaube, 1905, Nr. 45, S. 848, Abb. 5. — [19]) V. Malfatti, Le navi romane del Lago di Nemi, Rom 1905, S. 25; Marchi, Archittura militare, cap. 82 und 84. — [20]) Taisnier, Opusculum de magnete, item de motu celerrimo, Köln 1562, S. 40 u. 45: deutsch bei: Beck, Beiträge, S. 240, Schott, Technica curiosa, VI, 9, S. 393. — [21]) B. Lorini, Delle Fortificationi, Venedig 1597, Buch 10, Kap. 8; T. Beck, a. a. O., S. 238—239. — [22]) Sturm, Colleg. curios., I. S. 3. — [23]) Kessler, Geheime Künste, Oppenheim, 1616. — [24]) George Sinclair, Ars nova et magna gravitatis et levitatis, Rotterdam 1669, Buch III, dial. 5. — [25]) Busch, Handbuch, Bd. 12, 1822, S. 34; Dict. of nation. Biogr., Bd. 45, S. 236. — [26]) Acta eruditorum, 1683, Februar, S. 73. — [27]) Halley, The art of living under water, in: Philos. Trans. 1716; Weltall, 1907, S. 36. — [28]) Zedlers Universallexikon, Bd. V, S. 447—448.

Seite 384—386. Schwimmgurte.

[1]) Bachstrom, Art de nager, Amsterdam 1741. — [2]) Alabasterrelief aus dem Palast des Königs Asurnazirpal in Nimrud bei Ninive. Abguß im Vorderasiatischen Museum, Berlin. — [3]) Plutarch, Vita Camilli, S. 141. — [4]) Jul. Florus, epitome rer. romanar. — [5]) Hor. Flacc., Satyr., I, 4, 120. — [6]) Manuskr. des Herzogs v. Leicester in Norfolk, Bl. 22 v; Cod. atl., Bl. 74 v. — [7]) Olaus Magnus, De gentibus septentrionalibus, Rom 1555. — [8]) Kessler, Geheime Künste, Oppenheim 1616. — [9]) Beck, Beiträge zum Maschinenbau, 1900, S. 526.

Seite 387—395. Rettung aus Seenot.

[1]) F. M. Feldhaus, in: Schuß und Waffe, 1909, S. 31. — [2]) Aristoteles, Problem., XXII und XXIII. — [3]) Plinius, Histor. nat., II, 103. — [4]) Plutarch, Quaest. nat., XII. — [5]) Werner, Beda und seine Zeit, Wien 1875.

Seite 396—421. Schiffe.

[1]) R. Forrer, Reallexikon der prähistorischen .... Altertümer, Stuttgart (1908), S. 690. — [2]) Ebenda, S. 196. — [3]) London News vom 14. Aug. 1909, Nr. 3699, Bd. 135. — [4]) Forrer, a. a. O., S. 690. — [5]) Cod. phil. 63, Blatt 54 b, Göttinger Universitätsbibliothek. — [6]) Cod. lat. 7239, Blatt 87 r, Paris, National-Bibliothek. — [7]) Verantius, machinae novae, Venedig 1617, Kap. 40. — [8]) Cod. lat. 197, Blatt 17 v, München, Hof- und Staatsbibliothek. — [9]) Valturio, De re militare, Verona 1472. — [10]) Die falsche Ansicht: Zach, Correspondence astronom., Bd. 14, Nr. 1, S. 30; richtig: Mac Gregor, in: Society of arts, 14. April 1858. — [11]) Hoyer, Kriegskunst I, S. 375. — [12]) Sitzungsberichte der Berliner Akademie, phys.-math. Klasse, Bd. 44, 1882, S. 979. — [13]) Hübner, Naturlexikon, 1746, S. 1222. — [14]) Euler, Sur les diverses manières de faire avancer les vaisseaux, in: Mém. de l'acad de Berlin, 1764; über d'Elbeuf: Lichtenbergs Magazin, Bd. 2, S. 219. — [15]) Allgemeine Literatur-Zeitung, 1787, Nr. 149. — [16]) Woodcroft, A sketch of the origin and progreß of steam navigation, London 1848. — [17]) Ingineer, 1876, II, 1; Matschoß, Entwicklung der Dampfmaschine, Berlin 1908, Bd. 1, S. 630. — [18]) Hulls, The first steamboat, a description, 1737; Neudrucke 1855 und 1860. — [19]) Comptes rendus, 1881, S. 333—337. — [20]) Rivingtons Gazette, 16. Febr. 1775. — [21]) J. G. Brissot, Nouveau voyage dans les états unis, Paris 1791. — [22]) Göttinger Taschen-Kalender, 1790, S. 139. — [23]) Patent vom 14. Okt. 1801, Nr. 2544. — [24]) Busch, Handbuch der Erfindungen, 4. Aufl., Bd. 3, Eisenach 1806, S. 16. — [25]) Max Kemmerich, Kulturkuriosa, München 1909. — [26]) Matschoß, a. a. O., I, S. 77. —

[27]) Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleißes, 1896, S. 220. — [28]) Matschoß, a. a. O., I, S. 80 und 638. — [29]) L. Beck, Geschichte des Eisens, IV, S. 149. — [30]) O. Dreßmann, Aus der Jugendzeit der Rheindampfschiffahrt, Köln 1903. — [31]) L. Darmstaedter, Handbuch zur Geschichte der Naturwissenschaften aus der Technik, Berlin 1908. — [32]) Homer, Odyssee, XIII, 77. — [33]) R. Forrer, Reallexikon der prähistorischen Altertümer, Stuttgart (1908), S. 31. — [34]) Caesar, De bello gallico, III, 13; Strabon, Geographica, IV, 4. — [35]) Druckausgabe: Valturio, De re militari, Verona 1472. — [36]) Gerland, Papins Briefwechsel, S. 62; Gerland und Traumüller, Geschichte der physikalischen Experimentierkunst, Leipzig 1899, S. 223. — [37]) Busch, Handbuch der Erfindungen, Eisenach 1806 ff., Bd. 12, T, S. 35. — [38]) Gartenlaube, 1861; auch in den folgenden Jahrgäng enfinden sich mehrere Arbeiten des verkannten Mannes. — [39]) Die Literatur darüber ist dürftig. Einiges besitzt die Bibliothek des Großen Generalstabs in Berlin.

Seite 422—430. Motorboote.

[1]) F. M. Feldhaus, in: Westermanns Monatshefte, 1909, S. 791—800. — [2]) Festschrift der Hamburg-Amerika-Linie, Hamburg 1897. — [3]) J. P. Brissot, Nouveau voyage dans les états unis, Paris 1791. — [4]) C. Matschoß, Entwicklung der Dampfmaschine, 1908, I, S. 633; Prometheus, Berlin 1895, S. 735.

Seite 431—442. Kompaß.

[1]) A. Wittstein, Klaproths Schreiben an Humboldt, Leipzig 1885; T'oung Pao, Bd. 7, Leiden 1896, S. 498. — [2]) Wittstein, a. a. O., S. 2—3. — [3]) Chinesisches Wörterbuch Poei-wen-yun-fu; Wittstein, a. a. O., S. 67. — [4]) Wiedemann, in: Beihefte der phys.-med. Societät in Erlangen, Bd. 36, 1904, S. 309; Verhandlungen der deutschen physikalischen Gesellschaft, IX, 1908, X, 1909. — [5]) H. Wehner, Weltall 1905, Heft 11. — [6]) Landnamabok, I, Kap. 2, § 7, Kopenhagen 1774, S. 378; Schweiggers Journal, Bd. 15, N. R., S. 61. — [7]) T. Wright, A library of National Antiquities, 1857; ders., Rerum Britann. medii aevi scriptores, London 1863; Schück, in: Ausland, 1892, S. 588—590, 604—605. — [8]) Guiot, La bible, Vers 622—655; A. Baudler, Guiot von Provins, Halle 1902. — [9]) San-Marte, Parzivalstudien, Bd. 1, Halle 1861, S. 50—51. — [10]) Jacques de Vitry, Historia Hierosolomitana, Kap. 89; Ausg. von J. Bongars, Geschichtschreiber, Hanau 1611, S. 1106. — [11]) Thomas von Cantipré, Libris de naturis rerum, Cod. lat. 2655, S. XIII, München, Hof- und Staatsbibliothek. — [12]) Pagan, Leyes de las Partidas, II, tit. IX, ley 28. — [13]) Bertelli, in: Boncompagni's Bull. di bibliogr., 1868, Bd. 1, S. 1, 65, 101, 379; 1871, Bd. 4; Welt der Technik, 1908, S. 207. — [14]) E. Wiedemann, in: Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, S. 773, 1907. — [15]) E. Wiedemann, in: Sitzungsberichte der phys.-med. Sozietät in Erlangen, 36, 330, Jahrg. 1904. — [16]) Breusing, in: Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde, Bd. 4, S. 31—51; Ruge, in: Marine-Rundschau, Bd. 14, Nr. 1, S. 86. — [17]) Vgl. die Berichte des historischen Kongresses in Rom, 1903, 4. Sitzung der 6. Sektion. — [18]) Hellmann, Meteorologische Zeitschrift, 1900, Bd. 23, S. 126; Wolkenhauer, in: Mitteilung der Geographischen Gesellschaft in München, 1904, S. 187. — [19]) Neudrucke der Meteorologie, Berlin 1904, Bd.: Rara magnetica. — [20]) Codice atlantico, Bl. 316 Rb. — [21]) F. M. Feldhaus, W. Gilbert, Heidelberg 1904; S. Thompson, Gilbert, Physician, London 1903, Chiswick Preß. — [22]) F. M. Feldhaus, in: Zur guten Stunde, 1908, Nr. 14, S. 343. — [23]) Comptes rendus, Paris 1852, Bd. 35, S. 421. — [24]) M. Edm. Dubois, Sur le gyroscope marin, in: Comptes rendus, Paris 1884, Bd. 98, S. 227; Sir William Thomson, Gyrostatic model of a magnetic compass, London 1884, Nature 30, S. 524. — [25]) D. R. P. Nr. 34513 vom 19. April 1885. — [26]) Physikalische Zeitschrift, 1906, S. 535.

Seite 443—453. Wagen.

[1]) R. Forrer, Reallexikon der prähistorischen ... Altertümer, Stuttgart (1908), S. 172, Artikel: Deibjerg. — [2]) Homer, Ilias. — [3]) Suetonius, Jul. I, 57; IV, 39. — [4]) Capitolinus in vita Commodi; Beckmann, Beyträge zur Geschichte der Erfindungen, I, 16. — [5]) B. Lorini, Delle Fortificationi, Venedig 1597, Buch 5, Kap. 5. — [6]) Beckmann, a. a. O., Bd. 1, S. 390ff. — [7]) Martin, Zeitalter der Motorluftschiffahrt, Leipzig 1907, S. 11. — [8]) Allgemeine Automobil-Zeitung, Nr. 47, S. 54, 1906. — [9]) F. M. Feldhaus, in: Allgemeine Deutsche Biographie, Bd. 53, S. 769. — [10]) Nach der Zusammenstellung von Clérault, in: Genie civil, 1892.

Seite 454—460. Wegmesser und Fahrpreisanzeiger.

[1]) Vitruv, De architectura, Buch 10, Kap. 9, 1. — [2]) Heronis opera, edit. Nix und Schmidt, Leipzig 1903, Bd. 3, S. 293—315. — [3]) Scriptores Historiae Augustae, 1884, Kap. 8. — [4]) Codice atlantico, Blatt 1, ba. — [5]) Fernel, Cosmotheoria seu de forma mundi, Paris 1528, Buch 1, Kap. 1. — [6]) Kleine Chronik Nürnbergs, S. 76; Hulsius, Vierdter Tractat, Frankfurt a. M. 1615; Leupold, Theatr. machin., Suppl., Leipzig 1739, S. 12. — [7]) Capra, La nuova architettura famigliare, Bologna 1678, S. 349. — [8]) Mitteilungen zur Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften, Hamburg, Bd. VIII, S. 20. — [9]) C. C. Schramm, Saxonia Monumentis viarum illustrata, Dresden 1726; Veredarius, Buch von der Reichspost, S. 110. — [10]) Leupold, a. a. O., S. 12. — [11]) E. Friedel, Partheys Jugenderinnerungen, I, 161; Nicolai, Beschreibung einer Reise, 1783, Bd. I. — [12]) Beckmann, Beyträge zur Geschichte der Erfindungen, I, 23—24; Halle, Magie 1785, III, 509. — [13]) Deutsches Reichs-Patent Nr. 1606 vom 22. Aug. 1877; Zusätze Nr. 2998 und Nr. 40910. — [14]) Vitruv, De architectura, Buch 10, Kap. 9, 5. — [15]) L. Darmstaedter, Handbuch zur Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik, 1909, Artikel: Log. — [16]) Busch, Handbuch der Erfindungen, Eisenach 1816, Bd. 8, S. 183.

Seite 461—493. Kraftwagen.

[1]) Baco, Opera edit. Brewer, London 1859, S. 533. — [2]) Cod. lat. 197, Hofbibliothek München, Blatt 16v. — [3]) Schlorer, Memminger Chronik, Ulm 1660, S. 12, Abs. 3 von unten; Festschrift der Radfahrer-Union, 1898, S. 563. — [4]) Cod. Cim., Bibliothek Dresden; Druckausgabe 1472. — [5]) Anzeiger für die Kunde deutscher Vorzeit, 1883, S. 59. — [6]) Kaiser Maximilians des Ersten diss namens hochlöblichister gedechtnus Triumph .... 1. Aufl. 1526; 2. 1777; 3. 1796; 4. 1883—84. — [7]) Anzeiger für die Kunde deutscher Vorzeit, 1883, Taf. 3. — [8]) Brieflich: Archive de la ville d'Anvers. — [9]) Hugo Grotius, Poemata, 1617, S. 224; Zeiller, Topogr. German. infer., 1659, S. 150; derselbe: Itinerar. Galliae, S. 588; Valerius Andreas, Bibl. Belgica, S. 813; Veredarius, Buch von der Reichspost, S. 111. — [10]) Branca, Le Machine, Rom 1629, Taf. 10. — [11]) Wilkins, Mathematical magic, London 1648. — [12]) Flugblatt im Germanischen National-Museum, Nürnberg; J. G. Doppelmayr, Hist. Nachr. 1730, S. 300; C. Schott, Magia universalis, 1658. — [13]) G. P. Harstörffer, Deliciae math., 1651, 10. Teil, Aufg. 11. — [14]) I. Ozanam, Récréations mathém. et phys., Paris 1693, II, Taf. 61; Den Mechanismus siehe: Feldhaus, in: Gartenlaube, 1906, Nr. 2, S. 36, Abb. 8. — [15]) Almanach royal, Paris 1748. — [16]) Der Radtourist, Mannheim 1903, S. 152. — [17]) Im Germanischen National-Museum, Nürnberg. — [18]) Badisches Magazin, Mannheim, Nr. 294, vom 21. Dez. 1813; Akten im General-Landesarchiv zu Karlsruhe. — [19]) s'Gravesande, Physices elementa mathematica, Leiden 1742, Bd. 2, S. 663. — [20]) Kestler, Physiologia Kircheriana experimentalis, Amsterdam 1680, S. 69. — [21]) Matschoß, a. a. O., I, S. 761. — [22]) s'Gravesande, Physices elementa mathematica, experimentis confirmata, sive introductio ad philosophiam Newtonianam, 2. Bde., Leiden 1720—21; s. Bd. II, S. 663 der

3. Aufl. von 1742. — [23]) Matschoß, a. a. O., S. 339 und 761. — [24]) L'avenir militaire, vom 16. Mai 1877; Jähns, Geschichte der Kriegswissenschaften, 1891, S. 2384. — [25]) Feldhaus, Die Vorläufer des Automobils, in: Gartenlaube, 1906, Nr. 2, S. 36, Abb. 10. — [26]) Matschoß, a. a. O., Bd. I, S. 763; L. Darmstaedters Handbuch zur Geschichte der Naturwissenschaft und der Technik, Berlin 1908, S. 278. — [27]) Matschoß, a. a. O., Bd. I, S. 763. — [28]) Matschoß, a. a. O., Bd. I, S. 763. — [29]) Intelligenzblatt der Allgemeinen Literatur-Zeitung, Jena 1802, Nr. 121; F. Trevithick, Life of R. Trevithick, London 1872. — [30]) Gordon, Fortbewegung ohne Tierkraft, Weimar 1833; Gurneys englisches Patent Nr. 5170 vom 14. Mai 1825; Hancock, Steam-carriages, London 1838; Über Bordino: Gartenlaube, 1906. S. 693. — [31]) Über die Anfänge der Dampfwagen in England, vgl.: Matschoß, a. a. O., Bd. I, S. 88—92. — [32]) Stratingh, Elektromagnetische Bewegingskracht en anwending daar van tot een elektromagnetischen wagen, in: Allgem. Konst- en Letterbode, 1835. — [33]) Wagner, Über Elektromagnetismus als Triebkraft, Dinglers Polytechnisches Journal, 1841. — [34]) O. Layriz, Die Automobilen, Berlin 1901; ders., Die Zukunft des mechanischen Zuges, Berlin 1905; ders., Der mechanische Zug, Berlin 1906. — [35]) Transact. of the Irish Acad., Bd. 2, 1788. — [36]) F. M. Feldhaus, S. Marcus, in: Allgemeine Automobil-Zeitung, 1908, Nr. 15, 21, 26, 29, 32, 39. — [37]) Deutsches Reichs-Patent Nr. 36423; Dinglers Polytechn. Journal, 1895, Bd. 297, S. 125; 1899, Bd. 314, S. 133; F. M. Feldhaus, in: Allgemeine Automobil-Zeitung, 1909, Nr. 2, S. 41. — [38]) Patent Nr. 549160 vom 8. Mai 1879; Zeitschrift des Mitteleuropäischen Motorwagen-Vereins, 1903, Heft X, S. 240. — [39]) F. M. Feldhaus, in: Westermanns Monatsheften, Juni 1906. — [40]) Siehe Note 36.

Seite 494—502. Fahrräder.

[1]) Über Farfler: Flugblatt im Germanischen Museum, Nürnberg; Doppelmayr, Historische Nachrichten, 1730, S. 302; Kupferstich im Reichspostmuseum, Berlin; Über Drais: Feldhaus, in: Radtourist, 1902, S. 429; 1903, S. 152; 1904, S. 542, 562; 1905, S. 401; Deutsche Radfahrer-Zeitung, 1903, S. 380; 1904, S. 474, 559; 1905, S. 14, 316, 390, 525. — [2]) Nach mündlichen Mitteilungen der Familie Hofschlosser Weijlöhner in Karlsruhe. — [3]) Herr Major Seubert, ein geborener Karlsruher. — [4]) F. M. Feldhaus, Das Fahrrad, in: Verkehrstechnische Woche, Berlin 1907, S. 441.

Seite 503—524. Bahnen.

[1]) R. Forrer, Reallexikon der prähistorischen . . . Altertümer, Stuttgart (1908), S. 59. — [2]) G. Agricola, De re metallica, Basel 1556, Buch 5 und 6; T. Beck, Beiträge zur Geschichte des Maschinenbaues, 1900, S. 129. — [3]) T. Beck, a. a. O., S. 130. — [4]) A. Ramelli, Le diverse et artificiose machine, Paris 1588, S. 138. — [5]) T. Beck, a. a. O., S. 247. — [6]) Ludwig Beck, Geschichte des Eisens, Braunschweig, Bd. 3, S. 756. — [7]) Ludwig Beck, a. a. O., Bd. 3, S. 757; Haarmann, Das Eisenbahngeleise, 1891, I, S. 16. — [8]) Rziha, Tunnelbaukunst, 1867, Bd. I, S. 256. — [9]) Séguin, Chemin de fer de St. Étienne à Lyon, 1839. — [10]) C. Matschoß, Entwicklung der Dampfmaschine, Berlin 1908, Bd. II, S. 774. — [11]) Matschoß, a. a. O., Bd. I, S. 779. — [12]) F. M. Feldhaus, in: Gießerei-Zeitung, Berlin 1909, Nr 1. — [13]) Matschoß, a. a. O., Bd. 1, S. 785. — [14]) Berliner Tageblatt vom 31. Okt. 1908. — [15]) Welt der Technik, 1904, S. 40, 333 und 410. — [16]) F. M. Feldhaus, in: Daheim, 1908, Okt. — [17]) F. M. Feldhaus, in: Welt der Technik, 1908, Nr. 15. — [18]) F. M. Feldhaus, in: Allgemeine Deutsche Biographie, Bd. 53, S. 385 ff. — [19]) Festschrift von Siemens & Halske, „Zum 25. Gedenktag der ersten elektrischen Bahn", 1904. — [20]) Feuerwerksbuch von Hartlieb. — [21]) Cod. lat. 7239, Bibl. nation. Paris, Blatt 23r. — [22]) Verantius, Machinae novae, Venedig 1617, Kap. 36. — [23]) Harstörffer, Delic. math., 1651, Aufg. 35; R. Curicke, Beschr. der Stadt Danzig, S. 348; Stich und Gedicht auf die Bahn in der Stadtbibliothek zu

Danzig. — [24]) Abgebildet, in: Kraemer, Weltall und Menschheit, IV, S. 207. — [25]) F. M. Feldhaus, in: Allgemeine Deutsche Biographie, Bd. 50, S. 568. — [26]) Briefliche Mitteilung der Museums-Verwaltung. — [27]) Manuskript B, Blatt 54 v. — [28]) Mathesius, Berg-Postilla, Nürnberg 1562, 12. Predigt, Blatt 132. — [29]) Hoppe, Beiträge zur Geschichte der Erfindungen, Essen, Heft 4, 1908. — [30]) Nach Papieren im Besitz der Familie bearbeitet. — [31]) F. M Feldhaus, Drahtseilbahnen, in: Welt der Technik, 1907, Nr. 12, S. 223 und Nr. 17, S. 352. — [32]) Die Schwebebahn Barmen-Elberfeld, Privatdruck der Continentalen Gesellschaft für elektrische Unternehmungen in Nürnberg. — [33]) Entwurf einer Schwebebahn in Hamburg, Entwurf einer Schwebebahn in Berlin, Privatdrucke wie in Note 32 angegeben. — [34]) Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen, Nr. 6 und Nr. 37, 1901.

Seite 525—531. Schreibgeräte.

[1]) Bulletin de l'Institut, 1849, S. 169; 1880, S. 68, 69, 150; Jahrbuch des Vereins für Altertumskunde im Rheinland, 1882, S. 96. — [2]) A. Rich, Wörterbuch, Leipzig 1862, S. 456. — [3]) Isidoros, Originum libri VI, 13. — [4]) Maxima Bibliotheca Patrum, Leiden 1677, XIII, 27; Beckmann, Beyträge, 1792, III, 55; 1799, IV, 289. — [5]) Neudörffer, Anweisung vnnd eygentlicher Bericht, wie man eynen yeden kiel zum schreiben erwölen soll, Nürnberg 1544. — [6]) Rotlbücher des Klosters St. Zeno, Staatsbibliothek in München; briefliche Mitteilung des historischen Vereins in Reichenhall. — [7]) Altes Dillenburger Archiv K 923, Staatsarchiv in Wiesbaden. — [8]) v. Fürth, Aachener Patrizierfamilien, Aachen 1900, Bd. 3. — [9]) Feldhaus, in: Königsberger Allgemeine Zeitung Nr. 584, 1904; Nr. 338, 1905; vgl. auch dasselbe Blatt vom 3. Okt. 1905. — [10]) Näheres: Feldhaus, Deutsche Erfindung, München 1908, S. 98. — [11]) Königsberger Hartungsche Zeitung vom 22. März 1860; das Grab ist nach Mitteilung des Pfarrers in Germau nicht mehr vorhanden. — [12]) Senefelder, Lehrbuch der Steindruckerei, München 1818, S. 202—205. — [13]) F. Nicolai, Beschreibung einer Reise, Bd. 1, 1783, Beylage I, 2, Taf. 4, Fig. 1. — [14]) Drescher, Bemerkungen über die Stahlfedern, Cassel 1843. — [15]) Le Gangneur, Calligraphie, Paris 1599. — [16]) Roßberg, Schönschreibekunst, 1793. — [17]) Plinius, Histor. nat., Buch 33, 3, 19. — [18]) Briefliche Mitteilung der Direktion. — [19]) Gesner, De omni rerum fossilium genere, Zürich 1565, S. 104. — [20]) Cesalpin, De metallicis, Rom 1596, S. 186. — [21]) Ure, Dictionary of arts, deutsch von Karmarsch und Heeren, Prag 1843. — [22]) Die Bleistift-Fabrik A. W. Faber zu Stein, Nürnberg 1873.

Seite 532—537. Schreibmaschinen.

[1]) Harstörffer, Deliciae mathem. III, 1692, I. Teil, VI. Frage, S. 48. — [2]) F. v. Knauß, Selbstschreibende Wundermaschine, Wien 1780; Wiener Diarium, Jahrgang 1764 vom 25. April. — [3]) Über die Droz und ihre Werke: F. M. Feldhaus, in: Deutsche Uhrmacher-Zeitung, Berlin 1906, S. 92, 119, 154 und 258. — [4]) L. Darmstaedter, Handbuch zur Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik, Berlin 1909. — [5]) Braille, Procédé pour écrire au moyen de points, Paris 1837. — [6]) F. M. Feldhaus, Blindenschreibmaschine, in: Wissen, 1907, Nr. 1. — [7]) La Letteratura, 1908, Nr. 7. — [8]) Frankfurter Ober-Postamts-Zeitung, Beilage vom 18. Sept. 1831; Feldhaus, in: Unterhaltungsbeilage zur Tägl. Rundschau, 1908, Nr. 215. — [9]) Darmstaedter, a. a. O., S. 380. — [10]) Zeitschrift des Ferdinandeums zu Innsbruck, 3. Folge, Heft 52, S. 296.

Seite 538—543. Briefe und Postkarten.

[1]) Veredarius, Buch von der Reichspost, Berlin 1885, S. 23. — [2]) Archiv für Post und Telegraphie, Berlin 1896, S. 674. — [3]) Der Volksbote, Volkskalender für Oldenburg, Oldenburg 1895. — [4]) Briefliche Mitteilung von Fenner-Matter. — [5]) Darmstaedter, Handbuch zur Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik, Berlin 1908, S. 530. — [6]) C. Weigel, Abbildung der Hauptstände, 1698.

Seite 544—553. Taubenpost.

[1]) C. Löper, Die Brieftaube, Straßburg 1879, S. 51. — [2]) Plinius, Hist. natur., X, 24 und 37. — [3]) Varro, Rerum rusticarum libri; Boissier, Etude sur la vie et les ouvrages de Varron, Paris 1861, S. 45. — [4]) Hist. natur., X, 24 und 37. — [5]) Aelian, Hist. animal., VII, 7; IX, 2. — [6]) Busch, Handbuch der Erfindungen, Bd. X, S. 431. — [7]) v. Fischer-Treuenfeld, Kriegstelegraphie, Stuttgart 1879, S. 193. — [8]) Die Umschau, 1908, Nr. 41, S. 814—818.

Seite 554—556. Sprechrohranlagen.

[1]) Porta, magia naturalis, Neapel 1589, Buch 16, Kap. 12. — [2]) R. Hennig, Alteste Entwicklung der Telegraphie, Leipzig 1908, S. 25. — [3]) Journal des Luxus und der Moden, 1799, S. 425. — [4]) Hennig, a. a. O., S. 162—166.

Seite 557—559. Sprach- und Hörrohr.

[1]) Manuskript B, Blatt 6r. — [2]) van Etten, Récréation mathematique, 1624, Problem 65; F. M. Feldhaus, in: Archiv für Ohrenheilkunde, Bd. 76, S. 124. — [3]) Hoefer, Hercules medicus; vgl.: Archiv für Ohrenheilkunde, Bd. 74, S. 81. — [4]) Grimmelshausen, Simplicissimus, 1669; Neudruck, Halle 1880, S. 102. — [5]) Valentini, Museum Museorum, Frankfurt a. M. 1714, III, 55. — [6]) Morland, An account of a speaking trompet, London 1671.

Seite 560—566. Sprechmaschinen.

[1]) Porta, Magia naturalis, Neapel 1589, Buch 16, Kap. 12. — [2]) J. J. Becher, Narrische Weißheit, 1682, Nr. 18. — [3]) Allgemeine Deutsche Biographie, Bd. 53, S. 766. — [4]) Journal de Physique, 1782, S. 358. — [5]) R. Hennig, Telegraphie, Leipzig 1908, S. 159. — [6]) Briefliche Mitteilung der Académie des sciences an mich. — [7]) Englisches Patent vom 30. Juli 1877; amerikanisches vom 24. Dez. 1877, F. A. Jones, Edison, deutsch von E. Groedell, Frankfurt a. M. 1909, S. 149—180. — [8]) M. Kemmerich, Kultur-Kuriosa, München 1909, S. 277.

Seite 567—575. Fernsprecher.

[1]) Reichs-Anzeiger 1795, S. 1653, Nr. 167; Hennig, Telegraphie, 1908, S. 162. — [2]) Magdeburgische Zeitung vom 4. August 1838; Dinglers Polytechn. Journal, Bd. 99, S. 413, 1846. — [3]) Verkehrstechnische Woche, Berlin 1909, S. 363. — [4]) Sillimans American Journal of science and arts, Bd. 32, Juli 1837, S. 396: Page, The production of galvanic music; ebenda seine Hauptarbeit: Bd. 33, Okt. 1837, S. 118. (Poggendorff, Annalen, Bd. 43, 1838, S. 411; Bd. 63, 1844, S. 530; Bd. 77, S. 44.) — [5]) T. du Moncel, Exposé des applications de l'éléctricité, 1857, Bd. III, S. 110; Comp. Rend., Bd. 58, S. 1025. — [6]) R. Hennig, Entwicklung der Telegraphie, Leipzig 1908, S. 164—168. — [7]) Feldhaus, in: Welt der Technik, 1905, S. 218. Über die Streitigkeiten Manzellis um seine Priorität, vgl.: R. Hennig, Älteste Entwicklung der Telegraphie und Telephonie, Leipzig 1908, S. 172 und 173. — [8]) Scientific American vom 17. Mai 1884, Bd. 17, Supplement, S. 6975. — [9]) Zeitschrift des Deutsch-Österreichischen Telegraphen-Vereins, Bd. IX, 1862, S. 125; vgl.: Jahresbericht des Physikalischen Vereins, Frankfurt a. M. 1860—1861. — [10]) Böttgers Polytechnisches Notizblatt, 1863, Nr. 6. — [11]) Deutsche Klinik, Nr. 48, vom 28. Nov. 1863, S. 469, Anmerkung: Clemens, Über die Heilwirkung der Elektrizität, Frankfurt a. M., S. 276. — [12]) Prescott, History, theory and practice of the electr. telegraph, Boston 1886, S. 256; Scientific American, 9. Sept. 1876, Patentgesuch vom 15. Jan. 1877; Scientific American, 6. Okt. 1877; Archiv für Post und Telegraphie, Berlin, S. 711. — [13]) Scientific American, 1877, S. 245 und 263; Dinglers Polytechn. Journal, Bd. 225, S. 46. — [14]) Geschichte des Fernsprechwesens, Berlin 1880, S. 19.

Seite 576—593. Telegraphen.

[1]) Cäsar, Bellum gallicum, VII, 3, 2. — [2]) A. Poppe, Antike Telegraphie, Frankfnrt a. M. 1848. — [3]) Aristoteles, *Περὶ κόσμου.*, Kap. 6. — [4]) Herodot, VII, 182; IX, 3. — [5]) Köchly und Rüstow, Griechische Kriegsschriftsteller, Bd. I, 1853; A. Poppe, Die Telegraphie, Frankfurt a. M. 1848, S. 20. — [6]) Poppe, a. a. O., S. 13. — [7]) Flavius Vegetius Retatus, Institutiones rei militaris, III, 5. — [8]) Welt der Technik, 1906, S. 50. — [9]) Sitzungsberichte der Erlanger Societät, Bd. 37, S. 428. — [10]) Keßler, Geheime Künste, Oppenheim 1616. — [11]) Birch, History of the Royal Soc., London, Bd. III, S. 12. — [12]) Mém. de l'acad., Paris 1705; Hennig, Telegraphie, Leipzig 1908, S. 24. — [13]) Edgeworth, On telegraphie communitions, in: Nicholsons Journal, Bd. 26, 1810. — [14]) Bergsträßer, Synthematographik, Hanau 1785, § 870; Allgemeine Literatur-Zeitung 1785, Nr. 27. — [15]) Sebastian Jakob Reiser (Heinrich Reußer oder Reißer ist falsch!); Voigt's Magazin, Bd. 10, S. 97. — [16]) J. C. Hennings Mittel, den Leib gegen Wasser und Feuer zu schützen, 1790, S. 299. — [17]) Chappe, Histoire de la telegraphie, Paris 1794. — [18]) Europäische Zeitung, Hanau, 13. Dezember 1794. — [19]) Porta, Magia naturalis, 1589, Buch 7. — [20]) A. Kircher, Magnes, Rom 1654, S. 284; Hennig, a. a. O., S. 54—55. — [21]) Khevenhiller, Annales Ferdinandei, Wien 1640, Bd. V, Spalte 1922. — [22]) Hennig, a. a. O., S. 52—66, 161. — [23]) Scot's Magazine, 1753, Bd. XV, S. 88; Zeitschrift des deutsch.-österr. Telegraphischen Vereins, I, S. 94. — [24]) Hennig, a. a. O., S. 71—73. — [25]) Hennig, a. a. O., S. 73. — [26]) Campe, Reisen, II, 1786, S. 226; Voigts Magazin, Gotha, Bd. 9, 1794, S. 183. — [27]) A. Young, Travels during the years, 1787, 1788 and 1789; London 1792, Bd. I, S. 65. — [28]) Gazette de Madrid, 25. Nov. 1796; Hennig, a. a. O., S. 77. — [29]) Hennig, a. a. O., S. 85. — [30]) Hennig, a. a. O., S. 86. — [31]) Denkschrift der Kgl. Akademie München, 1809/10, S. 401; Zweiter Bericht über die Arbeit der mathem.-phys. Klasse der Akademie, 1809, S. 88; W. Sömmering, Der elektrische Telegraph als deutsche Erfindung, Frankfurt a. M. 1863, S. 8; Poggendorffs Annalen der Physik und Chemie, Bd. 107, S. 644; Jahresbericht des Physikal. Vereins, Frankfurt a. M. 1857/58, S. 23; L. Schweiggers Journal, Bd. 2, S. 217. — [32]) Annales de Chimie et de Physique, Bd. 15, S. 72. — [33]) Polytechnisches Zentralblatt, 1838, S. 485; E. Hoppe, Geschichte der Elektrizität, 1884, S. 578; das Alphabet gibt: Shaffner, Telegraph manual, S. 137. — [34]) Gehlers Wörterbuch, 1838, Bd. 9, S. 111—115. — [35]) Göttinger gelehrte Anzeigen, 1834, Bd. 2, S. 1272. — [36]) Poggendorffs Annalen, Bd. 32, S. 568; Elektrotechnische Zeitschrift, 1883, S. 490. — [37]) Magazine of Popular Sciences, Bd. 3; darin: Steinheils Brief vom 23. Dez. 1836. — [38]) Annales telegraphiques, 1861, S. 671; Civil Engineer and Archit. Journal, 1843, S. 212. — [39]) Hennig, a. a. O., S. 109. — [40]) F. M. Feldhaus, in: Neue Badische Landeszeitung, Mannheim 1901, Nr. 345; derselbe in: Archiv für Post und Telegraphie, 1903, S. 288. — [41]) F. M. Feldhaus, in: Wiesbadener Tageblatt (Beilage: Alt-Nassau), 1903, Nr. 5. — [42]) Mannheimer Journal, 1845, Nr. 77. — [43]) Journal of the Franklin Institute, November 1837. — [44]) Vail the americ. electro-magn. Telegraph, Neuyork 1845. — [45]) Sitzungsberichte der Wiener Akademie. — [46]) Prasch, Telegraphie ohne Draht, Wien 1902, S. 9. — [47]) Zeitschrift für Elektrizitätslehre, 1882, S. 473. — [48]) Electrical Engineer, XXIII, S. 21, 51. — [49]) Darmstaedter, Handbuch der Naturwissenschaft und der Technik, Berlin 1908. — [50]) Elektrotechnische Zeitschrift, Berlin 1892, S. 674. — [51]) Comptes rendues, 1890, Nr. 111, S. 785. — [52]) Mitteilung aus dem Gebiete des Seewesens, 1892, S. 152. — [53]) Elektrotechnische Zeitschrift, Berlin 1894, S. 139. — [54]) Elektrotechnische Zeitschrift, Berlin 1898, S. 256. — [55]) Marine-Rundschau, Berlin 1897, S. 897; Elektrotechnische Zeitschrift, Berlin 1897, Heft 30 und 33.

Orts-, Personen- und Sachregister.

A.

C.

G.

H.

I.

J.

K.

M.

N.

Q.

R.

T.

Druckfehlerverzeichnis.

S. 296, Z. 7 und 12 lies Besnier statt Bessnier.
S. 357, Z. 5 von unten lies Wölfert statt W.
S. 362, Z. 9 lies Bassus statt Brassus.

Druck von Oscar Brandstetter in Leipzig